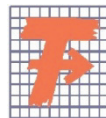


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: N3108 Průmyslový management

Studijní obor: Produktový management

OPTIMALIZACE ŘÍZENÍ SYSTÉMU KVALITY VÝROBNÍHO PROCESU

AN OPTIMALISATION OF A QUALITY SYSTEM MANAGEMENT IN A MANUFACTURING PROCESS

Bc. Hana Šmahelová

KHT-060

Vedoucí diplomové práce: Ing. Karel Páral

Rozsah práce:

Počet stran textu ...65

Počet obrázků43

Počet tabulek 8

Počet grafů.....12

Počet stran příloh..10

Zadání bakalářské práce

(vložit originál)

PROHLÁŠENÍ

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci dne

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Velice děkuji vedoucímu diplomové práce panu Ing. Karlu Páralovi za odborné vedení, cenné rady, trpělivost a přátelský přístup a také konzultantovi panu prof. RNDr. Aleši Linkovi, CSc., za jeho čas a pomoc při zpracování této práce. Dále děkuji týmu průmyslového inženýrství firmy Preciosa, a.s. za jejich odbornou pomoc.

Nemohu opomenout ani svou rodinu, které patří mé obrovské díky za podporu a hlavně trpělivost.

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá optimalizací systému řízení kvality výrobního procesu broušení. Cílem práce je provedení analýzy stávajícího systému stanovení kvality výstupů výrobního procesu broušení a zároveň vytvoření návrhu nového systému kontroly kvality, který bude jednotný a transparentní a bude zajišťovat rychlou zpětnou vazbu. Praktická část obsahuje jednotlivé etapy řešení projektu s využitím metodologie DMAIC a základních metod průmyslového inženýrství.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Optimalizace, řízení kvality, zpětná vazba, projekt, štíhlá výroba, zlepšování, Six Sigma, DMAIC.

ANNOTATION

This diploma paper is focused the optimisation of a quality system management in a manufacturing process of machine cut stones. The goal of the paper is an analyses of outputs in the present quality checking system of the manufacturing process as well as a creation of a new quality system management, which should be intergrative and transparent and will provide an immediate and a fast feedback of the process. In the practical part of the thesis there are described certain stages of the project solution. There are used DMAIC metodologies and basic industrial engineering methods.

KEY WORDS:

Optimalisation, quality management, feedback, project, lean manufacturing, improvement, Six Sigma, DMAIC.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ, ZKRATEK A POJMŮ

5S - systém (metoda) pořádku, bezpečnosti a standardizace,

ABC analýza - Paretova analýza rozšířená o rozdělení výrobků do skupin A, B, C,

apod. – a podobně,

atd. – a tak dále,

brainstorming – nástroj skupinové techniky zaměřený na generování co nejvíce nápadů na dané téma,

BOZP – bezpečnost a ochrana zdraví při práci,

DMADV – Define, Measure, Analyses, Design, Verify (definuj, měř, analyzuj, navrhni, ověř),

DMAIC - Define, Measure, Analyses, Improve, Control (definuj, měř, analyzuj, zlepšuj, kontroluj),

FPD – fond pracovní doby,

HČ – hlavní číslo,

hod. – hodina,

HV – hotová výroba ,

Know-how - znalost výrobních postupů, návodů či receptur pro výrobu,

KZ – kartová zkouška,

layout - půdorysné rozvržení pozic ve výrobním nebo montážním prostoru,

lorna – plastová přepravka o nosnosti 6 kg,

MCR – Machine Cut Rose (strojně broušené šatonové růže),

MCS – Machine Cut Stones (strojně broušené kameny),

MINITAB – statistický software sloužící pro analýzu dat,

OŘJ – oddělení řízení jakosti,

SBK – strojně broušené kameny,

SIPOC – nástroj mapování procesu,

Spaghetti diagram – nástroj sloužící k zobrazení materiálového a hodnotového toku,

ss – jednotka velikosti,

ŠR – šatonová růže,

TPM - Total Productive Maintenance (totálně produktivní údržba),

TZ – technická závada,

VA/NVA - Value Added/Non Value Added (přidávající hodnotu/nepřidávající hodnotu),

VSM – Value Stream Mapping (mapa hodnotového toku),

VVS – výkaz výkonu sestavy,

ZV – zpětná vazba.

OBSAH

ÚVOD.....	10
1. CHARAKTERISTIKA SKUPINY PRECIOSA A ZPRACOVÁVANÉHO PROJEKTU.....	12
1.1 Charakteristika Skupiny Preciosa	12
1.1.1 Historie firmy.....	13
1.1.2 Vize firmy	13
1.1.3 Skupina Preciosa.....	13
1.2 Charakteristika projektu.....	15
2. TEORETICKÁ ČÁST.....	17
2.1 Lean Six Sigma	17
2.1.1 Six Sigma.....	18
2.1.2 DMAIC a DMADV	19
2.1.3 MINITAB	23
2.1.4 SIPOC	23
2.2 Metoda 5S.....	24
2.3 Vizuální management	26
2.3.1 Podlahový management.....	26
2.4 VSM – Mapa hodnotového toku (Value Stream Mapping).....	27
2.5 Optimalizace layoutu	29
2.5.1 Spaghetti diagram	29
2.6 Systém tlaku a tahu	30
2.6.1 Systém tlaku.....	30
2.6.2 Systém tahu.....	30
2.7 Časové snímky	31
2.8 Ergonomie pracoviště	33
2.9 Systémy měření kvality	34
2.9.1 TQM (Total Quality Management).....	35
2.9.2 Paretova a ABC analýza	36
2.9.3 Statistická regulace procesu – SPC (Statistical Process Control).....	38
2.9.4 Analýza systému měření - MSA (Management System Analysis).....	40

3. PRAKTICKÁ ČÁST	43
3.1 DMAIC	43
3.1.1 FÁZE DEFINOVAT.....	44
3.1.1.1 Hlavní očekávané přínosy zavedení nového systému.....	45
3.1.2 FÁZE MĚŘIT	45
3.1.2.1 Pracoviště kontroly kvality – současný stav	46
3.1.2.2 Pracoviště umývárna – současný stav	50
3.1.2.3 Analýza MSA KZ	54
3.1.2.4 Časové snímky	55
3.1.2.5 ABC analýza	58
3.1.2.6 Rozbor prostoru – současný stav	59
3.1.3 FÁZE ANALYZOVAT	60
3.1.4 FÁZE ZLEPŠOVAT.....	62
3.1.4.1 Přesun pracoviště KZ na umývárnu	62
3.1.4.2 Zrychlení zpětné vazby o kvalitě na brusírnu	63
3.1.4.3 Návrh nového pracoviště	63
3.1.4.4 Zamezení toku nekvalitní výroby na další operace	65
3.1.4.5 Navržení optimálního systému měření kvality	66
3.1.5 FÁZE KONTROLOVAT	70
3.1.5.1 Zajištění nezávislosti kontroly kvality	70
3.1.5.2 Zavedení a dodržování standardů	71
 ZÁVĚR	 72
 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	 75
SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	78
SEZNAM PŘÍLOH.....	80

ÚVOD

V dnešní době globalizace jsou na firmy působící na trhu kladeny stále vyšší nároky. Právě v současném konkurenčním prostředí mohou firmy těžko podceňovat problémy, jež byly v minulosti běžně přehlíženy, jelikož by za tento postoj mohly v blízké budoucnosti zaplatit příliš velkou cenu, např. ztrátou výroby z důvodu vysokých nákladů. Jako reakce na globalizaci a extrémní požadavky na čas, kvalitu a náklady jsou ve firmách zaváděny nové metody a nástroje, které slouží ke zlepšování sociálně – technických systémů, s cílem dosažení co nejvyšší produktivity, nízkých nákladů a požadované jakosti – metody průmyslového inženýrství.

Metody průmyslového inženýrství (např. 5S, TPM, atd.) lze aplikovat nejen na soustavné zlepšování firemních procesů, ale i ve fázích návrhu výrobku a jeho zavádění do výroby. Většina řízených změn má charakter projektu, proto je dobré tyto změny chápat i řídit jako projekt (např. dle metodik DMAIC či DMADV).

Rozvoj a aplikace moderních metod, které přispívají ke konkurenceschopnosti firem a celkovému podnikatelskému úspěchu, jdou ruku v ruce se zvyšováním schopností a motivací zaměstnanců. Motivace a znalost zaměstnanců je v zavádění nových metod velmi důležitá, neboť vůči změnám vždy byl a bude kladen určitý odpor, protože změna není věc bezbolestná a výsledek není nikdy stoprocentně jistý. V první řadě je vždy nutné přesvědčit o důležitosti změn a novém vývoji firmy zaměstnance, kteří se mají na změně podílet. Ovšem kromě školení a motivace je velmi důležitá také týmová práce, jež většinou vede ke kreativnějším a propracovanějším řešením daného problému či změny.

Cílem této diplomové práce je optimalizace výrobního procesu podle metodiky DMAIC za současného využití znalostí metod průmyslového inženýrství a řízení jakosti.

Diplomová práce je rozdělena do dvou částí – části teoretické a části praktické. V teoretické části jsou popsány metody neustálého zlepšování, jež jsou použity pro řešení praktické části diplomové práce. V praktické části je řešení samotného projektu

(praktická část je zpracována formou projektu dle metodiky DMAIC)– „Optimalizace řízení systému kvality výrobního procesu ve firmě Preciosa, a.s.“, jež je součástí Skupiny Preciosa.

1. CHARAKTERISTIKA SKUPINY PRECIOSA A ZPRACOVÁVANÉHO PROJEKTU

1.1 Charakteristika Skupiny Preciosa

Skupina Preciosa je světovým producentem broušeného křišťálu, a to především strojně broušených šatonů, perlí a jiných bižuterních kamenů špičkové kvality v širokém sortimentu tvarů, velikostí a barev. Dále vyrábí křišťálové ověsové lustry, dekorativní svítidla i osvětlení na zakázku. Kromě bižuterních komponent a lustrů Skupina Preciosa dodává do mnoha zemí světa i šperkové kameny z kubické zirkonie, exkluzivní bižuterii, křišťálové figurky a další výrobky.[16]



Obrázek 1 – Sídlo firmy v Jablonci nad Nisou [16]

Skupina Preciosa vyrábí ve svých sklářských hutích sklo velmi vysoké kvality a technologie broušení a leštění umožňuje podtrhnout jeho mimořádné optické vlastnosti. Vysoká brilance a duhový třpyt vyleštěných facet jsou charakteristickým znakem všech výrobků firmy.[16]

1.1.1 Historie firmy

Značka Preciosa byla poprvé v Čechách zaregistrována v roce 1915, ovšem za oficiální datum vzniku firmy Preciosa je pokládán 10. duben 1948. Firma tehdy vznikla spojením několika malých továren a provozů v Jablonci nad Nisou a okolí. Jablonec nad Nisou zůstává i v současné době hlavním sídlem firmy (viz obrázek 1).[16]

„Preciosa se, díky své univerzálnosti, široké výzkumné základně i větším technickým možnostem, stala v průběhu let klíčovým dodavatelem světového bižuterního průmyslu, tehdy ovšem ještě prostřednictvím státních podniků zahraničního obchodu. Začátkem 90. let 20. století se po "sametové revoluci" dosud státní podnik dostal zpět do soukromých rukou a byl zahájen vlastní zahraniční obchod zacílený na vybudování celosvětové distribuční sítě. Portfolio výroby se postupně doplnilo o další obory s jasným plánem: „ Stát se celosvětovou kvalitativní špičkou v oboru zpracování křišťálového skla a dlouhodobě prosperujícím podnikem“.[16]

„Silná firma celosvětové působnosti se zastoupením na všech významných trzích zachovává pečlivě vše, co dostala do vínku od svých předchůdců: tradici, fortel, kvalitu, spolehlivost a novátorství. Svou budoucnost ale staví na efektivním využití nejmodernějších technologií a vědeckých poznatků ve všech oborech. Nezapomíná ani na svou odpovědnost vůči společnosti.“[16]

1.1.2 Vize firmy

Být v parametrech výrobků a služeb, které zákazník vnímá jako podstatné, nejlepší.

1.1.3 Skupina Preciosa

V současné době působí v rámci Skupiny Preciosa firmy Preciosa, a.s., Preciosa Lustry, a.s., Preciosa Figurky, s.r.o. a Preciosa Ornela, a.s.

- ***Preciosa, a.s.***

Preciosa, a.s. je světovým dodavatelem širokého sortimentu strojně broušených komponent – šperkových kamenů, lustrových ověsů, křišťálových komponent (příklad viz obrázek 2).



Obrázek 2 – Pantone trendy Spring/Summer 2011 [16]

- ***Preciosa – Lustry, a.s***

Preciosa – Lustry, a.s. je výrobcem křišťálových lustrů, moderních svítidel i osvětlení na zakázku. Firma dodává na zakázku kompletní osvětlení interiérů pro prestižní stavby, jako jsou hotely, divadla, kongresová centra, ale i soukromé rezidence (příklad viz obrázek 3).



Obrázek 3 - Nanyuan Hotel, Ningbo, China – světelná spirála [16]

- ***Preciosa Figurky, s.r.o.***

Preciosa Figurky, s.r.o. se specializuje na výrobu exkluzivní bižuterie, broušených figurek a dalších doplňků a dárků z křišťálu (trofeje, dárky, atd. – příklad viz obrázek 4).



Obrázek 4 – Foukané figurky plněné broušenými kameny z kolekce Wild Nature [16]

- ***Preciosa Ornela, a.s.***

Preciosa Ornela, a.s. se stala součástí Skupina Preciosa v roce 2009 a svou výrobu zaměřuje především na rokajl, skleněné perle, dekorativní sklo a široký sortiment technického skla (příklad viz obrázek 5).[16]



Obrázek 5 – Trendy jaro/léto 2011 – Hedvábný dotek [16]

1.2 Charakteristika projektu

Řešený projekt optimalizace řízení systému kvality výrobního procesu ve firmě Preciosa, a.s. je řešen pomocí metodiky DMAIC za současného využití nástrojů neustálého zlepšování výrobních procesů a nástrojů řízení kvality jako jsou 5S, Optimalizace layoutu, Value Stream Mapping, Paretova analýza, ABC analýza a další, jež jsou podrobněji popsány v teoretické části diplomové práce.

Metodika DMAIC rozděluje řešený projekt do pěti fází, jež provází řešitele od stanovení problému ve fázi Definovat až po zavedení řešení na základě zjištění základních příčin problému a k zajištění toho, že řešení zůstanou zachována.

Cílem práce je provedení analýzy stávajícího systému vyhodnocování kvality výstupů výrobního procesu broušení, tzv. kartové zkoušky (KZ), a vytvoření návrhu systému nového. Nově vytvořený systém by měl být jednotný a transparentní a měl by zajišťovat rychlou zpětnou vazbu o kvalitě na brusírnu, což by mělo vést nejen ke snížení nákladů na zpracování nekvality na dalších operacích, ale zároveň by rychlá zpětná vazba na brusírnu měla vytvořit vhodné podmínky pro rychlejší reakci na tvorbu nekvality na samotné brusírně a tím přinést firmě úspory.

Diplomová práce zpracovává proměnu systému vyhodnocení kvality výstupů výrobního procesu broušení – kartové zkoušky (KZ) hned z několika důvodů. Za prvé, samotná kartová zkouška (více bod Kartová zkouška – současný stav), jež vznikla v roce 1978, od té doby neprošla téměř žádnou proměnou a přitom zpracovávaný objem výroby se od té doby mnohonásobně navýšil. Za druhé, délka zpětné vazby o kvalitě na brusírnu je v současné době až 32 hodin, což je nevyhovující.

2. TEORETICKÁ ČÁST

Teoretická část diplomové práce popisuje metody průmyslového inženýrství a řízení jakosti, z jejichž studia a použití se vychází v části praktické.

2.1 Lean Six Sigma

V současné době narůstá tlak ze strany zákazníků na kvalitu a rychlosti dodávek, což nutí firmy, které chtějí být konkurenceschopné, ke zvyšování efektivity a rychlosti procesů a snižování nekvality. Faktem zůstává, že prodejní cena je většinou stanovená trhem, proto jedinou cestou, jak zvýšit zisk, je snížení nákladů. Jedním z nástrojů, které k tomu mohou firmy využívat, je metoda Lean Six Sigma.

Název metodiky „Lean Six Sigma“ tedy značí štíhlý proces, jež je v rámci šesti standardních odchylek (dále jen Lean Six Sigma).

Tato metoda využívá pro realizaci týmovou práci (např. brainstorming, porovnávací matice návrhů, atd.), statistické metody, praktické zkušenosti lidí z procesů a zdravý rozum, což vede ke zvyšování efektivity a flexibility firemních procesů a celkovému zlepšování firmy.

Lean Six Sigma zrychluje procesy a snižuje investovaný kapitál odstraněním plýtvání. Plýtvání je vše, co produktu nepřidává hodnotu. Cílem Lean Six Sigma je identifikace a odstranění všech možných druhů plýtvání a zároveň mentální změna postoje zaměstnanců.

Druhy plýtvání:

- **Defekty** – např. vadné výrobky.
- **Nadprodukce** – výroba více či dříve, než je třeba.
- **Nadbytek zásoby** – nadbytek materiálu ve skladu - rozpracované výroby, vstupních komponent, atd.

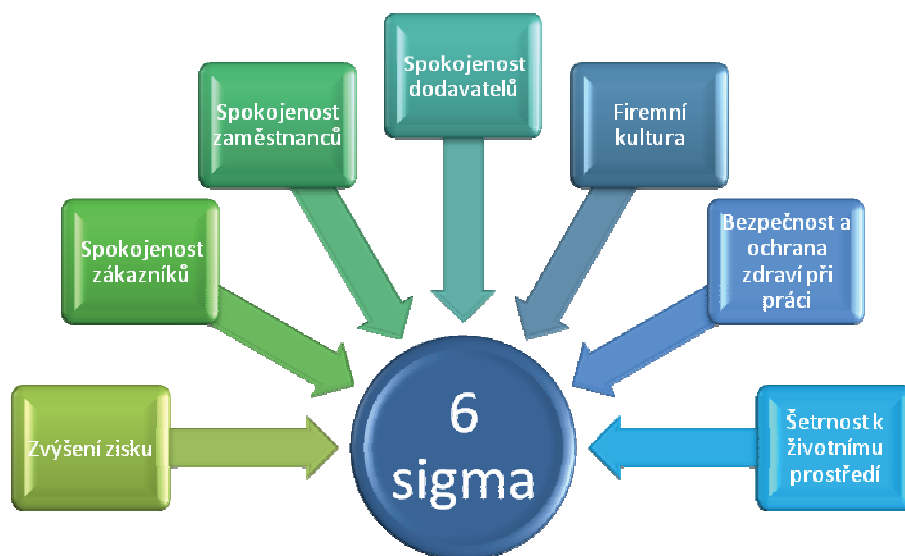
- **Nadbytečný či zbytečný transport** – rozdělené operace, data zadávaná navíc, atd.
- **Nadbytečné zpracování** – nadbytečné transakce, atd.
- **Čekání** – čekání na výstup z další operace, čekání na pokyn „vyráběj“, čekání na materiál, atd.
- **Vady z důvodu nedodržení stanovených standardů či standardy zcela chybí.** [9]

2.1.1 Six Sigma

„Od druhé světové války nastal rozmach podnikových programů zlepšování výkonnosti. Různé přístupy a koncepty doporučují různé metody, nástroje a kroky, v nichž lze mnohdy identifikovat četné analogie. Jedním z těchto konceptů je Six Sigma.“[10, str.27] Koncept Six Sigma lze prezentovat různými způsoby, například jako manažerskou filozofii či vizi založenou na principu neustálého zlepšování jako součást firemní kultury, nebo jako pokrokový přístup ke zlepšování jakosti, redukci defektů a snižování nákladů prostřednictvím týmové práce, nebo jako dosaženou úroveň kvality produktu nebo procesu, kdy na jeden milion příležitostí připadá maximálně 3,4 chyb.

Metodologii Six Sigma vytvořila v roce 1980 firma Motorola ve snaze zlepšit obchodní výsledky a firemní výkonnost. Od té doby tuto koncepci přejalo mnoho podniků jako např. General Electric, Nokia, DuPont, Sony, Siemens a další. Podniků v nejrozličnějších oblastech průmyslu i služeb, které v současné době aplikují Six Sigma, je hodně, protože „učící se“ a neustále se zlepšující organizace jsou mnohem lépe schopny odolat budoucím hrozbám a jsou schopny mnohem lépe využít nových příležitostí.[10]

Mezi hlavní cíle koncepce Six Sigma patří uspokojovat zákazníky a účinně plnit jejich požadavky, zvyšovat kvalitu, produktivitu a s tím spojenou ziskovost, dále snižovat náklady eliminací defektů a odstraněním plýtvání či redukcí procesů nepřidávajících hodnotu, založit rozhodování na měřitelných ukazatelích, atd. (viz obrázek 6).



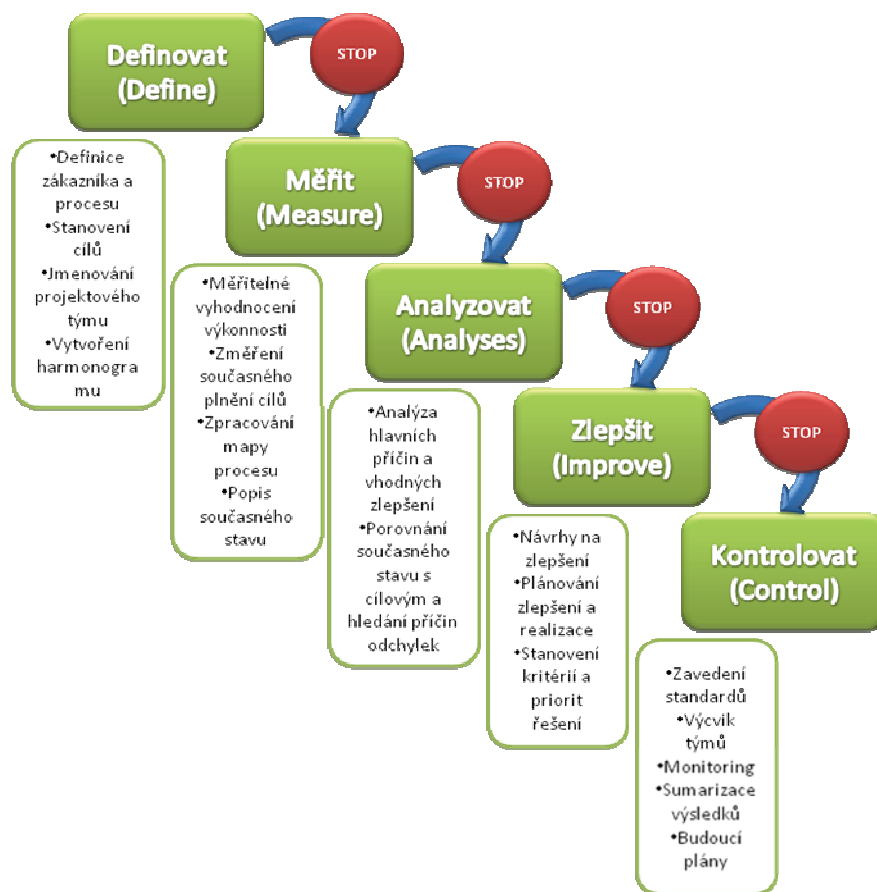
Obrázek 6 – Cíle Six Sigma [vlastní]

Pro zavádění a používání koncepce Six Sigma v podnicích se nejvíce využívají dvě základní metody – DMAIC a DMADV. DMAIC je způsob zlepšování již existujícího produktu nebo procesu a DMADV je metoda sloužící k návrhu nového výrobku či procesu. Oba přístupy mají za cíl lépe uspokojit požadavky zákazníků.

2.1.2 DMAIC a DMADV

DMAIC

DMAIC je metoda zlepšování, která se používá pro optimalizaci již existujícího procesu nebo produktu. Metoda DMAIC je rozdělena do 5 fází (viz obrázek 7) – Define (Definovat), Measure (Měřit), Analyses (Analyzovat), Improve (Zlepšit) a Control (Kontrolovat). Po ukončení každé fáze metodologie se nachází tzv. milník (STOP), jež slouží jako oponentské řízení pro majitele projektu (zákazníka). Jednotlivé fáze jsou vzájemně propojeny - tvoří proces, kde jsou výstupy jedné fáze zároveň i vstupy do fáze následující.



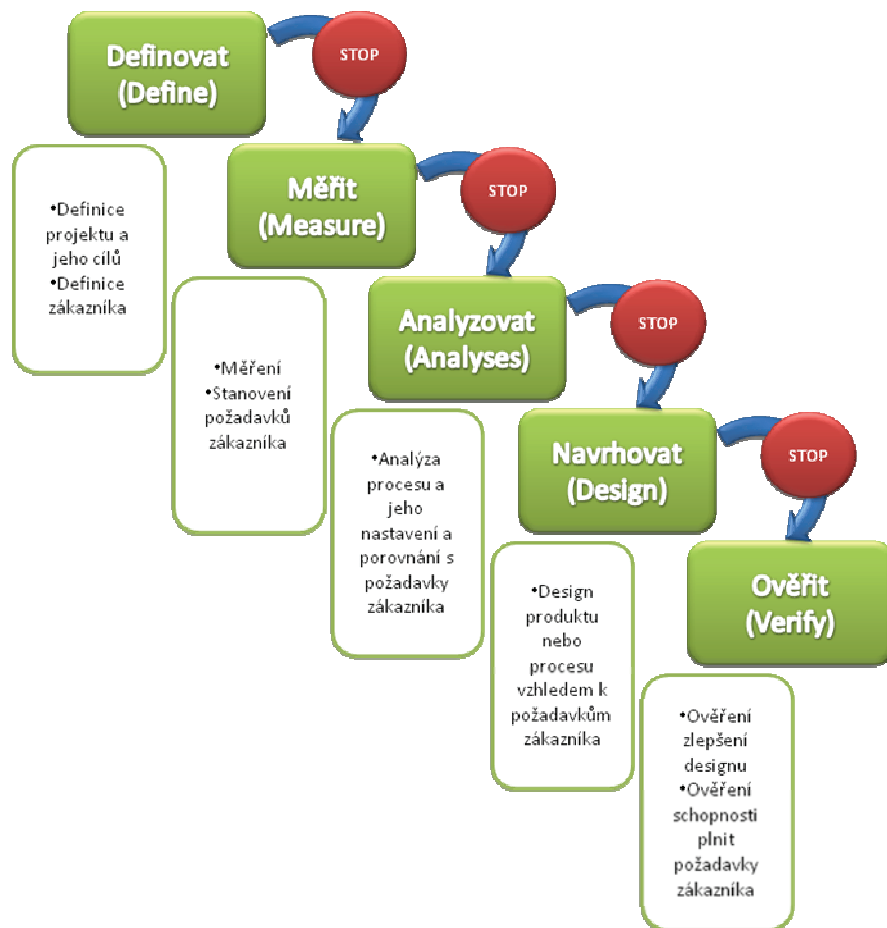
Obrázek 7 – DMAIC [vlastní]

1. **Definovat (Define)** - cílem této fáze je jasné vymezení toho co, jak, kým, proč a kdy bude zlepšováno:
 - výběr projektu – definice zákazníka a procesu,
 - získání podkladů o procesu a zákazníkovi,
 - stanovení cílů a rozsahu projektu,
 - výběr projektového týmu a stanovení termínů (vytvoření harmonogramu).
2. **Měřit (Measure)** – cílem fáze měření je sběr a vyhodnocení dat o současné situaci procesu:
 - měřitelné vyhodnocení výkonnosti,
 - změření současného plnění cílů,
 - zpracování mapy procesu,

- popis současného stavu procesu.
3. **Analyzovat (Analyses)** – cílem třetí fáze je určení klíčových příčin problému:
- analýza hlavní příčiny a vhodných zlepšení,
 - porovnání cílového stavu se současným a hledání příčin odchylek.
4. **Zlepšovat (Improve)** – cílem této fáze je vytvořit, vyzkoušet a implementovat řešení, která odstraňují hlavní příčiny odchylek:
- návrhy na zlepšení,
 - realizace zlepšení,
 - stanovení kritérií a priorit řešení.
5. **Kontrolovat (Control)** – cílem poslední fáze metodiky DMAIC je zabezpečení trvalého udržení zlepšeného stavu:
- vytvoření a zavedení standardů,
 - výcvik spolupracovníků,
 - soustavné monitorování klíčových charakteristik procesu (zabránění zpětnému efektu),
 - kompletace výsledků a dokumentování nové metody.[8]

DMADV

DMADV je jednou z metod Six Sigma a používá se pro návrh a vývoj nového výrobku nebo procesu. Proces DMADV se dělí do pěti fází (viz obrázek 8) - Definovat (Define), Měřit (Measure), Analyzovat (Analyses), Navrhovat (Design) a Ověřit (Verify) – po ukončení každé z fází se nachází tzv. milník (STOP), který slouží jako prostor pro diskusi se zadavatelem projektu (zákazníkem).



Obrázek 8 – Metodika DMADV [vlastní]

1. **Definovat (Define)** – např. metody SIPOC, VSM:

- definice projektu a jeho cílů,
- definice zákazníků.

2. **Měřit (Measure):**

- měření,
- stanovení požadavků zákazníka.

3. **Analyzovat (Analyses)** – např. diagram příčin a následků, Paretova analýza:

- analýza procesu a jeho nastavení a porovnání s požadavky zákazníka.

4. *Navrhovat (Design):*

- návrh produktu nebo procesu vzhledem k požadavkům zákazníka.

5. *Ověřit (Verify):*

- ověření zlepšení návrhu,
- ověření schopnosti plnit požadavky zákazníků.

2.1.3 MINITAB

MINITAB je statistický software určený pro analýzu dat a následné rozhodování při zdokonalování podniku a zlepšování procesů. Jednoduchost použití z něj formuje špičku ve světě jak v oblasti zlepšování kvality tak i výuky statistiky.[14]

2.1.4 SIPOC

SIPOC nebo-li mapování procesu je chronologické zobrazení operací procesu. Název SIPOC je složenina počátečních písmen slov SUPPLIER (dodavatel), INPUT (vstup), PROCESS (výroba), OUTPUT (výstup), CUSTOMER (zákazník) – viz obrázek 9. Použitím této metody identifikujeme hlavní procesní kroky, dodavatele, vstupy do procesu, samotný proces, výstupy z procesu a zákazníky a jsme tak schopni určit jejich úplné požadavky.



Obrázek 9 – Diagram SIPOC [vlastní]

6 základních kroků k vytvoření diagramu SIPOC

- Pojmenování procesu, ujasnění si jeho cílů.
- Rozložení procesu na požadované úrovni.
- Určení počátku a konce procesu.
- Identifikace, pojmenování a seřazení hlavních kroků procesu.
- Vytvoření seznamu klíčových výstupů a zákazníků.
- Vytvoření seznamu vstupů a dodavatelů. [9]

2.2 Metoda 5S

Metoda 5S má svůj původ v Japonsku a její název vychází z japonských výrazů SEIRI, SEITON, SEISO, SEIKETSU A SHITSUKE, které v českém překladu znamenají UTRÍDĚ, USPOŘÁDEJ, UKLIĐ, UPEVNI, UDRŽUJ (viz Obrázek 10). Jedná se o pět základních principů péče o pracoviště. Cílem této metody je zjednodušit a usnadnit práci, zvýšit efektivitu a bezpečnost práce vytvořením a udržováním uspořádaného, čistého a vysoce výkonného pracoviště.



Obrázek 10 – 5S [vlastní]

1. **Utříd' (Seiri)** - rozdělení předmětů na pracovišti na nezbytné a zbytečné a odstranění těch, které nepotřebujeme. Dojde tak k eliminaci zbytečného nářadí, zásob, pohybů a dalších, které nepřidávají hodnotu – omezí se plýtvání časem.
2. **Uspořádej (Seiton)** – přiřazení stálého místa a umístění všech předmětů ponechaných na pracovišti. Ke zlepšování efektivity práce dochází redukcí zbytečných pohybů např. při hledání pracovního náčiní a s tím spojené plýtvání časem.
3. **Uklid' (Seiso)** – jedná se o úklid pracoviště s cílem odstranit rizika, předcházet chybám a zlepšit využití strojů a vybavení. Čistota je základ pořádku.
4. **Upevni (Seiketsu)** - vytvoření standardů (jednotné značení, komunikace, vizuální management, atd.).
5. **Udržuj (Shitsuke)** – klade důraz na dodržování standardů a používání ochranných pomůcek. (viz obrázek 11 a 12)



Obrázek 11 – Pracoviště před zavedením 5S – původní stav [vlastní]



Obrázek 12 – Pracoviště po zavedení 5S [vlastní]

2.3 Vizuální management

Vizuální management je metoda, jež využívá různé nástroje, díky kterým může každý zaměstnanec rychle a snadno rozpoznat stav procesu, v němž se nachází. Tato metoda podporuje projektové řízení, předávání a sdílení informací bez zbytečných časových ztrát a týmovou práci, k čemuž jsou využívány takové nástroje jako např. podlahový management, informační tabule, barevné značení abnormalit, a další. Vizuální prvky řízení umožňují zaměstnanci snadnou a rychlou orientaci na pracovišti a jednoduchou kontrolu procesu (možnost okamžitě odhalit abnormalitu a zajistit její nápravné opatření). O pracovišti, jež je jasně uspořádané a značené, je možné říci, že se jedná o pracoviště vizuální. Tato metoda se v dnešní době používá téměř ve všech výrobních závodech z důvodu, že velmi ulehčuje řízení a také kontrolu procesů.

2.3.1 Podlahový management

Podlahový management je metoda, jež vymezuje přesně definované plochy na pracovišti. Tyto plochy označují prostory pro skladování, manipulaci a operace přidávající produktu hodnotu (viz obrázek 13).



Obrázek 13 – Aplikace metody podlahového (vizuálního) managementu [vlastní]

Cílem podlahového managementu je přehledné pracoviště s lehkou orientací, předcházející vzniku chyb v procesu a větší využití výrobních ploch. Celý princip podlahového managementu je založen na faktu, že člověk vnímá přibližně 80% informací zrakem. [9]

2.4 VSM – Mapa hodnotového toku (Value Stream Mapping)

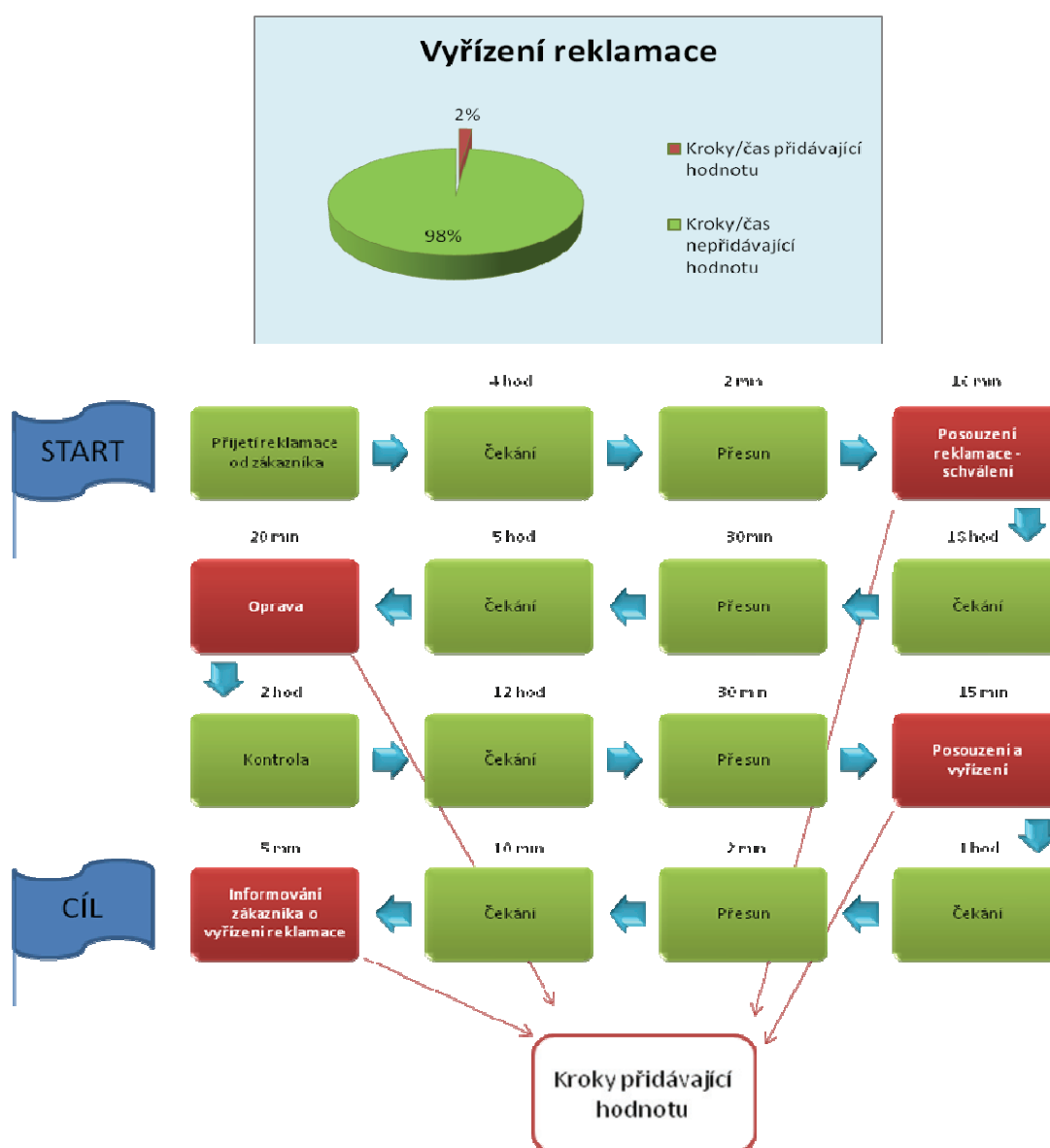
Mapa hodnotového toku slouží k popisu procesů, jež přidávají a nepřidávají hodnotu ve výrobních, servisních i administrativních strukturách. Činnosti, jež přidávají hodnotu, jsou ty, za něž je zákazník ochoten zaplatit, fyzicky mění produkt, jsou vykonány napoprvé správně, atd. - všechny ostatní činnosti jsou ty, které z pohledu zákazníka nepřidávají hodnotu a představují plýtvání.

- **Čas přidávající hodnotu (VA)** – jakákoliv činnost, jež mění tvar, funkci či vlastnost produktu nebo služby a je za ní zákazník ochoten zaplatit.
- **Čas nepřidávající hodnotu (NVA)** – plýtvání v procesu, vše, za co není zákazník ochoten zaplatit. [9]

Cílem VSM je zachytit všechny klíčové toky (tok materiálů, informací, procesů) a důležité metriky procesu. Tyto diagramy jsou na tvorbu složitější, ale jsou velmi užitečné pro:

- identifikaci plýtvání - zejména času a nákladů,
- identifikaci „úzkých míst“ procesu, jejichž odstraněním dochází ke skokovému zlepšení,
- vytvoření komplexního pohledu na proces v podobě materiálového a informačního toku (příklad viz obrázek 14).

<i>Vyřízení reklamace</i>	Kroky/čas přidávající hodnotu	Kroky/čas nepřidávající hodnotu
Počet kroků	4	12
Čas celkem	50 min	2594 min



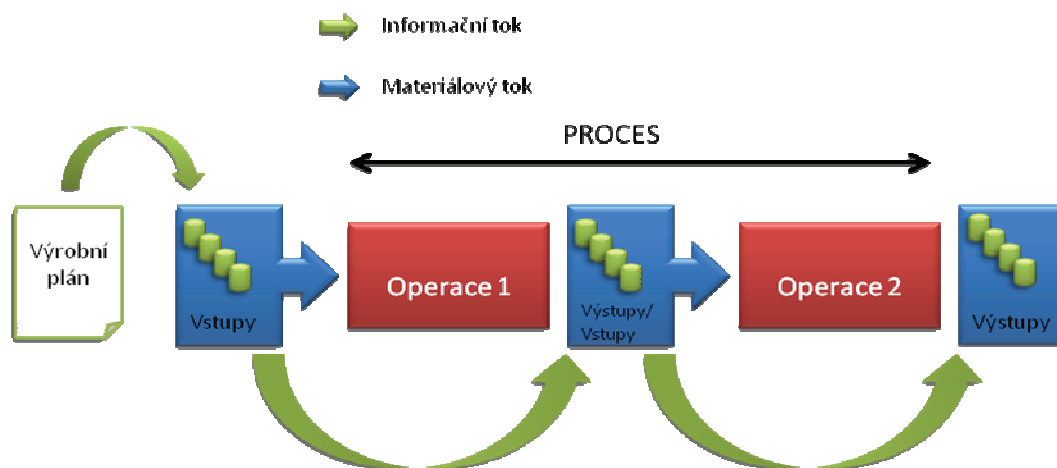
Obrázek 14 – Příklad VSM – Mapy toku hodnoty [vlastní]

2.6 Systém tlaku a tahu

Dalším z nástrojů Lean Six Sigma je tzv. systém tahu, jež z procesu odstraňuje plýtvání, které vzniká v důsledku tradiční výroby systémem tlaku.

2.6.1 Systém tlaku

Při výrobě systémem tlaku se před některými operacemi hromadí zásoby, jelikož např. kapacita operace 1 je větší než kapacita následujícího operace 2. Vyrobené množství tak tlačí na takzvané úzké místo, jež se před ním nachází. Úzká místa se objevují tam, kde následující procesy nejsou schopny držet krok s předcházející výrobou, a tlak na výrobu vzniká spíše v důsledku předcházející nadvýroby než na základě požadavků zákazníka. Následné procesy poté často slouží jako mezisklady, což má za následek nejen možnou nadvýrobu, ale i např. zpoždění v dodávkách (viz obrázek 16).

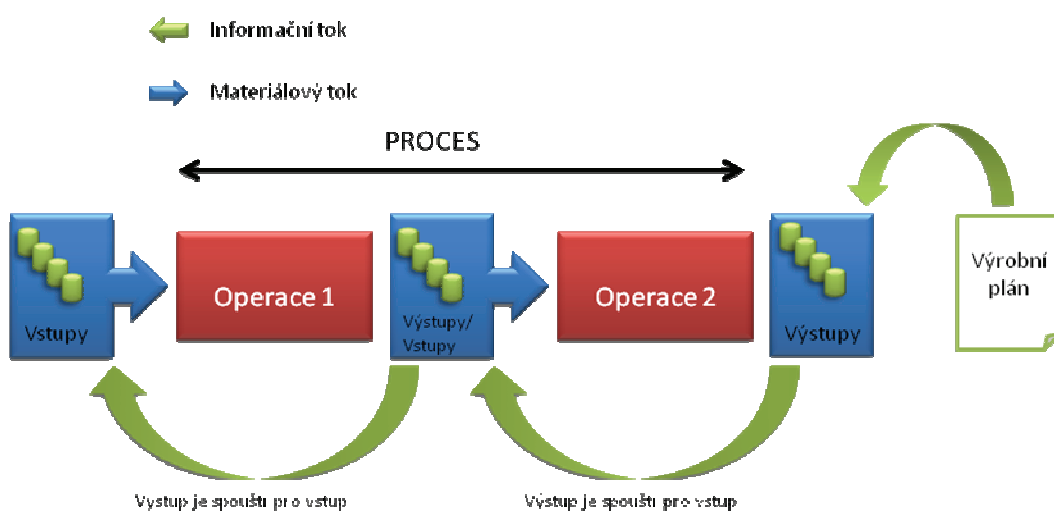


Obrázek 16 – Systém tlaku [vlastní]

2.6.2 Systém tahu

Systém tahu je založen na principu spouštění výroby na zařízení teprve ve chvíli, kdy máme informaci z následujícího pracoviště o volné kapacitě pro výrobu. Cílem v procesech řízených tahem je rozdělit pracovní operace časově tak, aby byly

rovnoměrné a nikde se nehromadily rozpracované kusy ve větší míře, než je vypočítaná optimální dávka. Vzniká tak plynulý tok ve výrobním procesu. Výroba i plánování jsou tak vlastně taženy od poslední operace a nikde nevznikají mezisklady mezi pracovišti (viz obrázek 17).



Obrázek 17 – Systém tahu [vlastní]

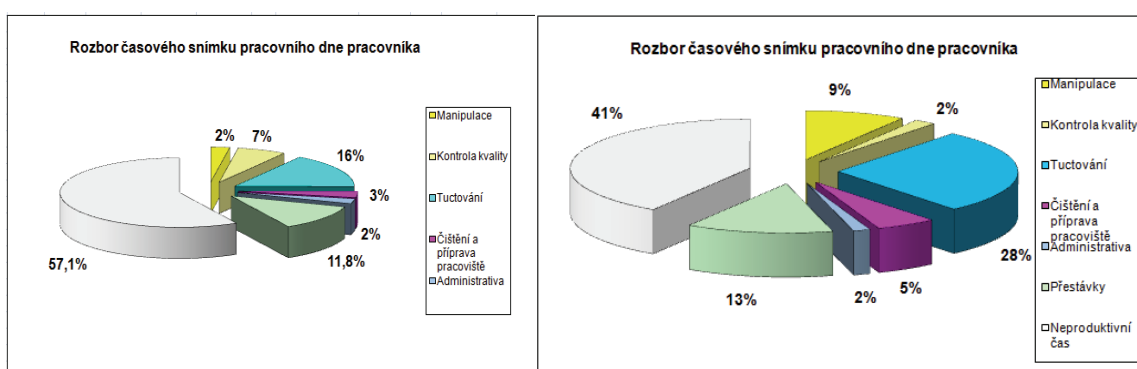
2.7 Časové snímky

Časový snímek je metoda, jež mapuje časový sled a dobu trvání jednotlivých činností operátora např. během jedné jeho směny, dne, operace, atd. (příklad viz obrázek 18). V rámci časového snímku jsou pozorovatelem zaznamenány veškeré aktivity a činnosti operátora během předem určeného času (např. směna) formou neustálého pozorování. Výhodou je získání podrobných informací o průběhu činností operátora a kontakt pozorovatele se sledovanými operátory a procesy, což může posloužit k lepšímu rozpoznání nedostatků a problémů na daném pracovišti. Analýza je časově náročná a je (do jisté míry) i psychickou zátěží pro pozorovatele a pozorovaného, na druhé straně ale přesně zachycuje činnosti operátorů a jejich časy.

ČASOVÝ SNÍMEK PRACOVNÍKA																																			
DATUM:		20.3.		SMĚNA:		4		LINKA:		A5		PRACOVNÍK:		Nováková A.		PROFESE:		obsluha linky																	
ZAČÁTEK MĚŘENÍ:						10:00						KONEC MĚŘENÍ:						18:00						MĚŘENÍ PROVEDL:						Novotný P.					
Č.Č.		ČAS (hod:min:sec)				POPIS ČINNOSTI												POZNÁMKA																	
		OD		DO																		CELKEM													
1.		0:00:00		0:00:08		0:00:08		zastavení linky																											
2.		0:00:08		0:01:31		0:01:23		úklid zpracovávané položky																											
3.		0:01:31		0:01:39		0:00:08		vysypání - čištění plechu pod dopravníkem												stěrka, hadr															
4.		0:01:39		0:01:45		0:00:06		komunikace s mistrem																											
5.		0:01:45		0:02:02		0:00:17		odkrytí dopravníku																											
6.		0:02:02		0:02:17		0:00:15		vypnutí dopravníku + vytažení																											
7.		0:02:17																												

Obrázek 18 – Příklad části formuláře na záznam časového snímku pracovníka [vlastní]

Získaná data je nutné zanalyzovat, tj. rozřídít, vyhodnotit a navrhnout možná řešení (příklad viz graf 2). Výstupem časového snímku je odstranění plýtvání časem, rozbor ukazatelů výkonnosti operátora, doporučení na odstranění zjištěných překážek v činnostech operátora, vytvoření standardů, atd.

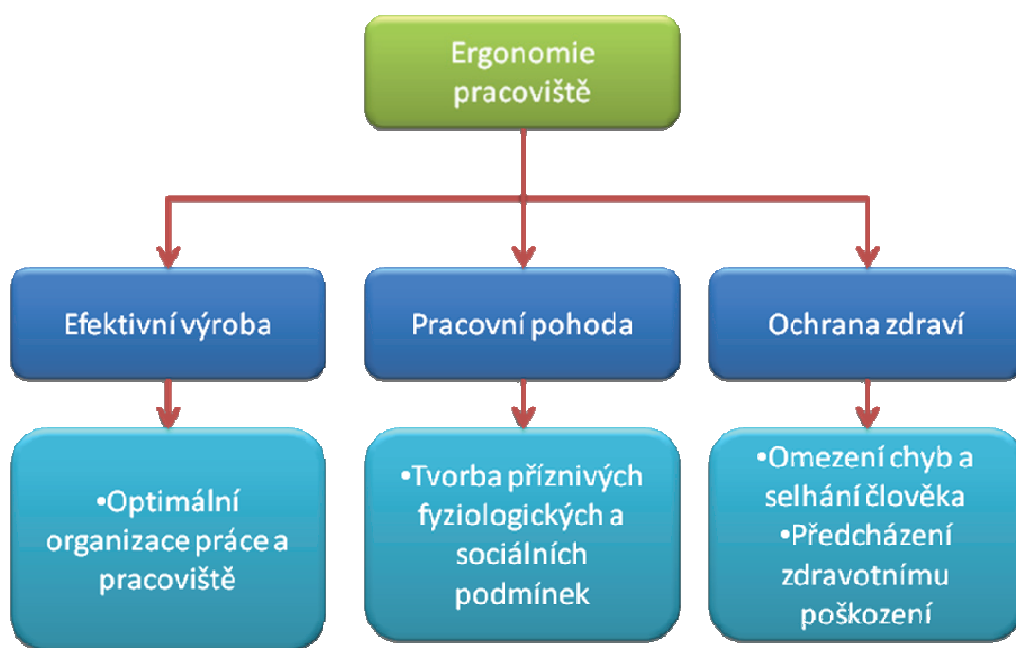


Graf 2 – Příklad rozboru časového snímku pracovního dne pracovníka - původního stavu (graf vlevo) a stavu po optimalizaci (graf vpravo) [vlastní]

2.8 Ergonomie pracoviště

Ergonomie je mezioborová disciplína, jež se zabývá optimalizací lidské činnosti - zejména vhodnými rozměry a tvary nástrojů, nábytku a jiných předmětů, jež jsou součástí životního prostředí člověka. Současné pojetí či přístup ergonomie vychází ze systémového myšlení, jehož základem je systém člověk – stroj – prostředí. Tyto tři komponenty fungují vždy ve vzájemné souvislosti a také závislosti.

Cílem ergonomicky řešeného pracovního místa je vytvoření takových pracovních podmínek, aby nedocházelo k nepřiměřené pracovní zátěži (např. svalové a kosterní soustavy) zaměstnance. Veškeré vzdálenosti, výšky a úhly na pracovišti by měly být nastaveny tak, aby odpovídaly antropometrickým a biomechanickým požadavkům a fyziognomii zaměstnance. Základním pilířem je fakt, že pracovní místo je nutno přizpůsobit člověku, nikoliv naopak (viz obrázek 19).



Obrázek 19 – Ergonomie pracoviště [vlastní]

Nejčastější pracovní polohy jsou sed a stoj, avšak není možné vyloučit ani ostatní polohy (např. klek, předklon, dřep, atd.). Za základní polohu člověka je považována také chůze.



Obrázek 20 – Příklad správného (vpravo) a špatného (vlevo) sezení u práce na PC [13]

Mezi nesprávné či nevhodné pracovní polohy (příklad viz obrázek 20), jež je potřeba při pracovní činnosti vyloučit nebo co nejvíce omezit, patří:


- trvalý stoj na místě,
- trvalý nebo častý předklon,
- úklon nebo hluboké ohyby,
- nepřírozené polohy těla v dřepu,
- častý stoj na jedné noze
- dlouhodobá práce s nataženými nebo předpaženými pažemi. [11]

2.9 Systémy měření kvality


Systémy měření kvality jsou prostředky, jež umožňují realizovat zlepšování procesů, což představuje jeden ze základních principů moderního přístupu k řízení jakosti. Jednoduché statistické nástroje jsou v praxi již dlouhou dobu známé a stále častěji aplikované (např. Paretova analýza, ABC analýza, Shewhartovy regulační diagramy, atd.). Při řešení praktických problémů je ale třeba vhodně přizpůsobit známé metody pro specifické podmínky procesu a umět správně vyhodnotit výsledky.

2.9.1 TQM (Total Quality Management)

TQM je vrcholná filosofie přístupu k managementu kvality – jedná se o komplexní a účinný systém řízení kvality. TQM je praktikován na konceptu učící se organizace za účelem neustálého zlepšování kvality, snižování nákladů, plnění dodávek, bezpečnosti provozu a zlepšování ochrany životního prostředí. Systém velmi přispívá ke konceptu udržitelné výroby formou neustálého zlepšování. Prostupuje celou organizací a vede k uspokojení potřeb zákazníka s minimem spotřeby zdrojů a tím i minimálním dopadem na životní prostředí. Kvalitní uplatnění tohoto nástroje velmi závisí na firemní kultuře. TQM se řídí tím, že kvalita je odpovědností celého pracovního týmu. TQM se řídí principem, že kvalita je tak dobrá, jak je dobrý nejslabší článek procesu. Každý zaměstnanec v řetězci je považován za zákazníka zaměstnance předchozího procesu, takže výsledkem je celkové zapojení všech na tvorbě nejlepšího výsledku (dobré kvality). Přístup vyžaduje uvědomění si nákladů na kvalitu nejen z hlediska jednoho pracoviště, ale také z hlediska celého procesu. (příklad formuláře TQM viz obrázek 21) [18]


PRECIOSA

Quality control – Sběrná karta chyb

Postup kontroly ORJ	Číslo	Metoda kontroly	Číslo položky	Záznam údajů
003  Průběžná kontrola		Namátkové 3x kbelík (1x paleta)	Posuvným měřidlem	Sběrná karta chyb
Čas realizace namátkové kontroly kvality –				
Kompletní kus (průměr parametrů)				
kvalita odhrokování		- vizuálně (okem)	OK	PROBLEM
rozměry výtlaku (Hv, Dmax., Lv, Bv)		- posuvným měřidlem	Hv -	
			Dv max. -	
			Lv -	
			Bv -	
rozhnutí, umístění špičky, vyčištění, stopy			OK	PROBLEM
Čas realizace namátkové kontroly kvality –				
Kompletní kus (průměr parametrů)				
kvalita odhrokování		- vizuálně (okem)	OK	PROBLEM
rozměry výtlaku (Hv, Dmax., Lv, Bv)		- posuvným měřidlem	Hv -	
			Dv max. -	
			Lv -	
			Bv -	
rozhnutí, umístění špičky, vyčištění, stopy			OK	PROBLEM
Čas realizace namátkové kontroly kvality –				
Kompletní kus (průměr parametrů)				
kvalita odhrokování		- vizuálně (okem)	OK	PROBLEM
rozměry výtlaku (Hv, Dmax., Lv, Bv)		- posuvným měřidlem	Hv -	
			Dv max. -	
			Lv -	
			Bv -	
rozhnutí, umístění špičky, vyčištění, stopy			OK	PROBLEM
Celková kvalita výroby za směnu				
			=	%

Karel Páral, 1021 odd. QTP/Průmyslové inženýrství - Preciosa a.s., 2009

Podpis: _____ Datum: _____

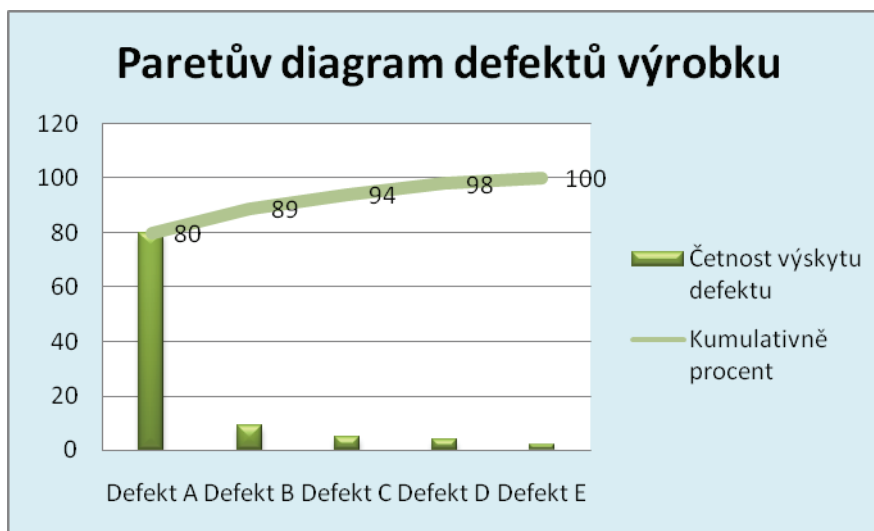
Obrázek 21 – Příklad formuláře TQM [interní dokument Preciosa, a.s.]

2.9.2 Paretova a ABC analýza

Paretova analýza

Paretova analýza (také Paretův diagram) je založena na vztahu mezi příčinami a jejich následky. Analýze se také říká pravidlo 80/20, což znamená, že 80% důsledků vyplývá přibližně z 20% všech možných příčin.

Paretova analýza může pomoci určit několik nejzávažnějších problémů, které zapříčiňují největší množství neshod. Hlavní množství důsledků bývá totiž kumulováno do malého množství rozhodujících příčin. Z toho vyplývá, že při řízení je důležité soustředit se na omezený počet položek, jež mají rozhodující vliv na celkový výsledek, a dalším položkám je účelné věnovat menší množství času. [9]



Graf 3 – Paretův diagram defektů výrobku – příklad [vlastní]

Paretův diagram je typově sloupcový graf, jehož vodorovná osa reprezentuje kategorie, které velmi často popisují poruchy, defekty či jejich zdroje. Výška sloupců odpovídá např. počtu či podílu chyb nebo jejich dopadu (ve formě zpoždění, přepracování, nákladů, atd.). Uspořádáním sloupců v Paretově diagramu od největšího po nejmenší je určeno, které kategorie přinášejí např. největší zisk (příklad viz graf 3). [3]

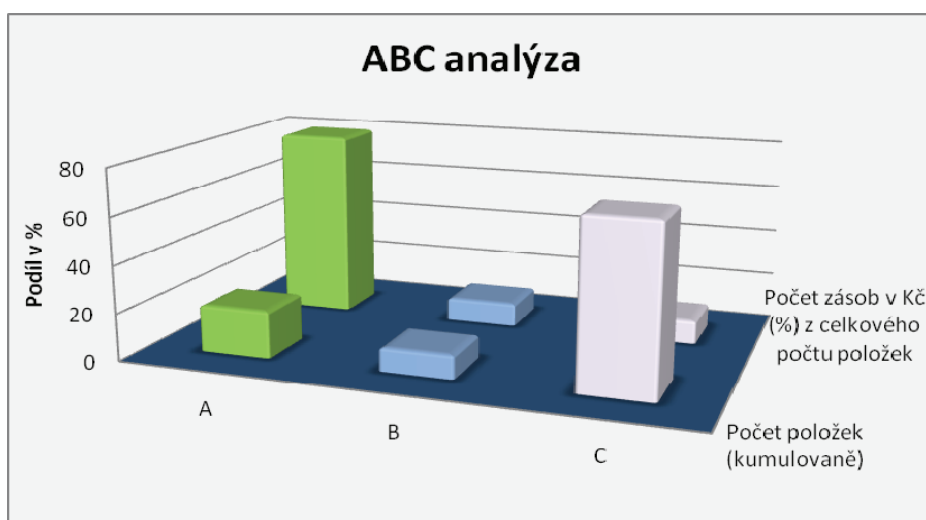
ABC analýza

ABC analýza vychází z Paretova diagramu a říká, že pouze několik faktorů podstatně ovlivňuje celkový problém. ABC analýza dělí položky do tří základních skupin – A, B, C, – podle jejich procentního podílu na celkové hodnotě zvoleného parametru. Přínosem analýzy je přehled o tom, které položky nejvíce přispívají k hospodářskému výsledku firmy, a proto jim musí být věnována největší pozornost. ABC analýza se používá nejčastěji při snaze o změnu organizační struktury, snížení zásob, snížení výrobních nákladů, zvýšení kvality, atd. (příklad obrázek 22 a graf 4).

Příklad ABC analýzy

Podíl v %	Počet položek (kumulovaně)	Zisk v Kč (% z celkového počtu položek)
100	C	C
90		B
80		A
70		
60		
50		
40		
30	B	
20	A	
10		

Obrázek 22 – Příklad ABC analýzy [vlastní]



Graf 4 – Grafická podoba ABC analýzy - příklad [vlastní]

Výše uvedený příklad ABC analýzy dělí položky do tří skupin:

- *Skupina A* – významné položky s ohledem na obrat podniku (20% položek tvoří 80% zisku).
- *Skupina B* – méně významné položky (10% položek tvoří 10% zisku).
- *Skupina C* - nevýznamné položky (80% položek tvoří 10% zisku). [21]

2.9.3 Statistická regulace procesu – SPC (Statistical Process Control)

Při tradičním zabezpečování kvality výrobků se jejich kontrola provádí až po skončení výrobního procesu. Tento přístup ale není ekonomický, jelikož se kontrola provede až poté, co byl výrobek vyroben, a v případě, že se jedná o neshodný výrobek, byly náklady na jeho výrobu vynaloženy zbytečně.[18]

Efektivní způsoby zabezpečování jakosti jsou založeny na přístupu, při němž se předchází zbytečnému vynakládání prostředků na výrobu neshodného výrobku. Cestou neustálého zisku informací o chování výrobního procesu a jejich analýzou, může být získávána prevence, jejímž cílem je působit na proces tak, aby výstupem byly pouze shodné výrobky. Jedním z těchto způsobů prevence řízení kvality je statistická regulace procesu.[18]

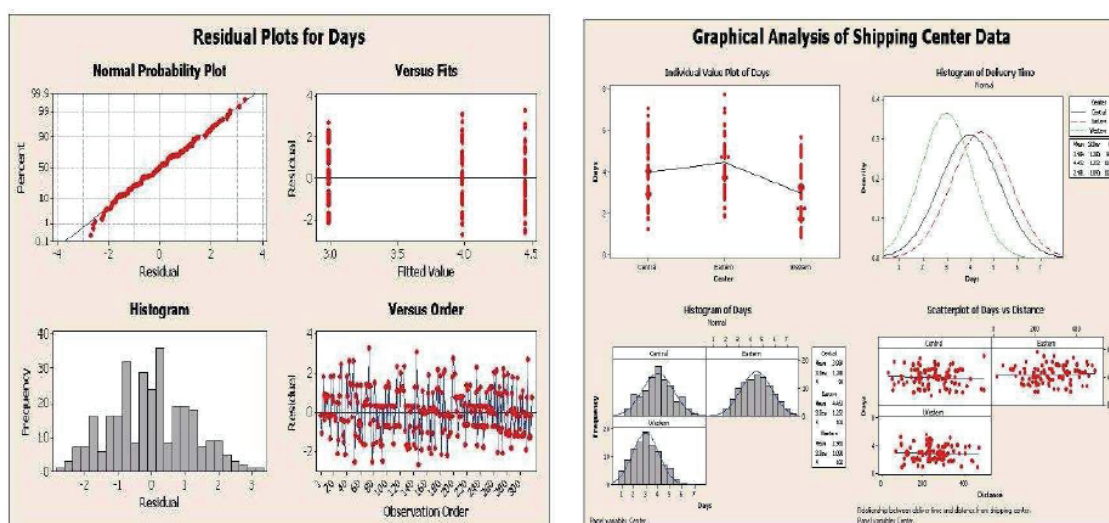
Statistickou regulací procesu měření máme na mysli jeho udržení ve statisticky zvládnutém stavu. Jen tímto způsobem se zabezpečí shoda výsledků měření se specifickými požadavky na měření. Hlavní nástroje pro řízení procesů měření představují regulační diagramy. Regulační diagram je grafický prostředek pro znázornění vývoje variability procesu v čase. Použití regulačních diagramů pomáhá zhodnotit, zda je proces měření ve statisticky zvládnutém stavu a zda v tomto stavu setrvává. Teorie regulačních diagramů vychází z rozlišení dvou typů variability. Variabilita je termín užívaný pro jakékoliv rozdíly, jež se vyskytují ve výrobcích, službách a procesech.[19]

Typy variability

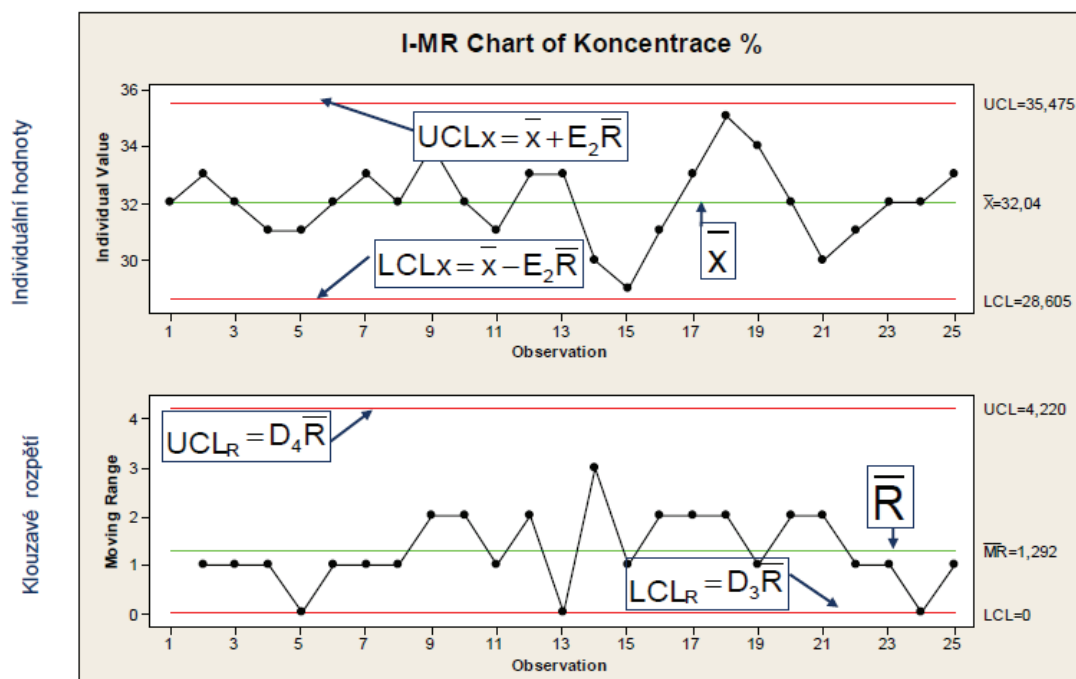
A. **Náhodná příčina** – jedná se o variabilitu, jež je způsobená náhodnými příčinami (změnami faktorů), které jsou v procesu přítomny vždy. Z nich se každá podílí malou složkou na celkové variabilitě, ale žádná z nich nepřispívá výrazně. Proces, jehož variabilita má pouze náhodné příčiny, je statisticky zvládnutý, ovšem může být stejně nepřijatelný a to z důvodu, že je tato variabilita stejně nepřijatelná pro zákazníka nebo má příliš mnoho druhotných nákladů. [3]

B. **Vymezitelná příčina** - druhý typ variability představuje reálnou změnu v procesu měření. Takovou změnu mohou způsobit identifikovatelné příčiny, které nejsou vnitřní součástí procesu měření a dají se alespoň teoreticky odstranit. Každý proces má náhodné příčiny variability, avšak o procesu, který má také vymezitelné příčiny variability, se dá říci, že je mimo kontrolu. [3]

Regulační diagramy jako určitý grafický prostředek poprvé navrhnul pro řízení výrobních procesů W. Shewhart v roce 1924. V oblasti statistické regulace procesů mohou být ovšem použity nejen klasické Shewhartovy regulační diagramy, ale také jiné metody jako např. CUSUM, EWMA, atd. (příklady viz obrázek 23 a 24)



Obrázek 23 – Příklady regulačních diagramů [vlastní]



Obrázek 24 – Příklady regulačních diagramů [vlastní]

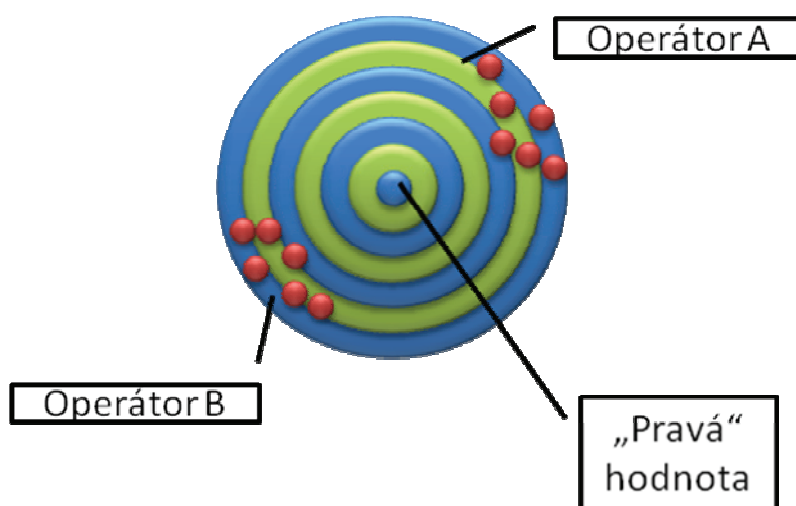
2.9.4 Analýza systému měření - MSA (Management System Analysis)

Cílem analýzy systému měření je určení zdroje nepřesnosti měřicího systému za účelem jeho zlepšení. Analýza vypovídá o tom, zda měřicí systém utváří přesná data a zda jeho přesnost odpovídá schopnosti dosažení stanovených cílů, a to z důvodu, že v měřicím systému existuje variabilita, jež ovlivňuje jednotlivá měření a následně rozhodnutí založená na těchto údajích. V analýze MSA zjišťujeme vliv měřidla a operátora na výsledky měření. Jedná se o postupy, které hodnotí nejen měřidlo samotné, ale jde o posouzení kvality celého měřicího systému.

V analýze MSA tedy zjišťujeme vliv měřidla a obsluhy na měření. Sledované měřidlo se kontroluje v daném časovém okamžiku. Hodnotíme průměry a rozpětí naměřených hodnot.

Typy MSA

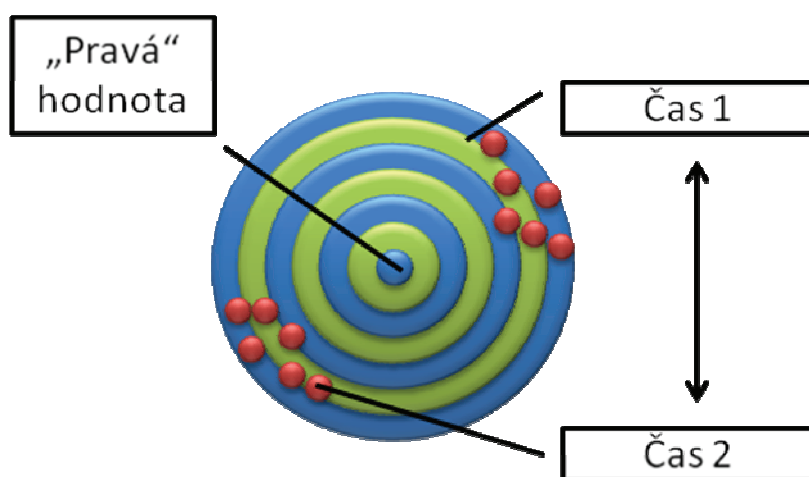
- **Opakovatelnost a reprodukovatelnost (Gage R&R)** – tato analýza zahrnuje vyhodnocení opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřicího systému. Opakovatelnost (variabilita operátora) se vztahuje k vnitřní variabilitě měřicího systému. Je to variabilita, která se objevuje, když jsou prováděna následná měření za stejných podmínek (stejný člověk, součástka, charakteristika, nástroj, nastavení, podmínky okolí). Oproti tomu reprodukovatelnost (variabilita mezi operátory) je variabilitou v průměru měření provedeném různými operátory pomocí stejného měřidla při měření totožné charakteristiky u totožné součástky nebo procesu (různý člověk, stejná součástka, charakteristika, nástroj, nastavení, podmínky okolí).
- **Analýza strannosti** – strannost (úchylka, přesnost měřidla) je rozdíl (vzdálenost) mezi „pravou“ hodnotou a pozorovanou průměrnou hodnotou měření. Statisticky je strannost identifikována tehdy, pokud jsou průměry měření systematicky vychýleny od „pravé“ hodnoty. Rozlišujeme strannost operátora, strannost měřidla, strannost každodenního prostředí, atd. (viz obrázek 25).



Obrázek 25 – Analýza strannosti [3]

- **Analýza stability** – stabilita nebo-li změna strannosti v čase, je celková variabilita měření, jež je získána měřicím systémem na stejném výrobku

(etalonu) při měření stejné charakteristiky v delším časovém období. Stabilní systém nevykazuje v čase změnu. Stabilita je podobná reprodukovatelnosti s tím, že variabilitu nezpůsobuje hodnotitel, ale čas (viz obrázek 26). Ztráta stability může být způsobena např. zhoršením měřících přístrojů, zvýšením variability operátorů (např. nedodržování standardních procedur).



Obrázek 26 – MSA – Analýza stability [3]

- **Analýza rozlišitelnosti** - rozlišitelnost je schopnost měřícího systému odhalit změny v charakteristice. Měřící systém je nepřijatelný, pokud není možné odhalit kolísání procesu, a či je nebo není možné rozlišit úroveň kolísání, jež jsou způsobené vymezitelnými a náhodnými příčinami. [3]

3. PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část diplomové práce je pojatá jako řešení projektu pomocí metodiky DMAIC za současného použití nástrojů neustálého zlepšování výrobních procesů a nástrojů řízení kvality jako jsou 5S, Optimalizace layoutu, Value Stream Mapping, Paretova analýza, regulační diagramy a další, jež jsou podrobně zmíněny v teoretické části práce.

3.1 DMAIC

Použitá metodika DMAIC se zaměřuje na řešení problémů a je cenným nástrojem při hledání dlouhotrvajících zlepšení, jak již bylo řečeno v teoretické části. Metodika DMAIC dělí zpracování zadaného projektu do pěti fází – Definovat, Měřit, Analyzovat, Zlepšit a Řídit.

3.1.1 FÁZE DEFINOVAT

Tabulka 1 – Stručná charakteristika řešeného projektu [vlastní]

Stručná charakteristika řešeného projektu		
1.	Majitel projektu:	Preciosa, a.s.
	Sponzor projektu:	Ing. Ervín Mikota (výrobní ředitel, Preciosa, a.s.)
	Řešitel projektu:	Bc. Hana Šmahelová
2.	Cíle projektu	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Provedení analýzy stávajícího systému vyhodnocení kvality výstupů výrobního procesu broušení (KZ). 2. Sestavení nového návrhu systému kvality, který bude zajišťovat: <ol style="list-style-type: none"> a) jednotný a transparentní systém vyhodnocování výstupní kvality. b) rychlou zpětnou vazbu o kvalitě. 3. Praktická realizace nově navrženého systému. 	
3.	Současný stav procesu KZ	Předpokládaný cíl procesu KZ
	Kontrolovaný vzorek HV brusírny: 100 ks SBK ke každé VVS	Kontrolovaný vzorek HV brusírny: náběr z každého mycího koše
	Počet operátorek : 6	Počet operátorek : 8
	Pracovní doba: Po – Pá, 6:00 – 14:00	Pracovní doba: nepřetržitě (stejná jako na brusírně)
	MSA¹: Reprodukovatelnost: 60% Opakovatelnost: 70% Vypovídatelnost: 30-40%	MSA²: Reprodukovatelnost: 90% Opakovatelnost: 90% Vypovídatelnost: 80-90%
	Délka zpětné vazby na brusírnu: 16 – 32 hod	Délka zpětné vazby na brusírnu: max 6 hod
4.	Očekávané přínosy	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zamezení toku nekvalitní výroby na další operace. 2. Sestavení vyhovujícího layoutu pracoviště. 3. Zrychlení zpětné vazby o kvalitě na brusírnu. 	
5.	Rizika řešení projektu	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ztráta dat s historií, jež v současné době KZ poskytuje (a s tím spojený dopad do nákladové ceny výrobků). 2. Nepodaří se dosáhnout stanovených cílů, např. z důvodů vysokých nákladů na řešení. 3. Možnost pochybení kontroly kvality, což bude mít negativní ZV na odměňování strojníků brusírny. 	

¹ Uvedená data jsou z důvodu utajení záměrně zkreslená.

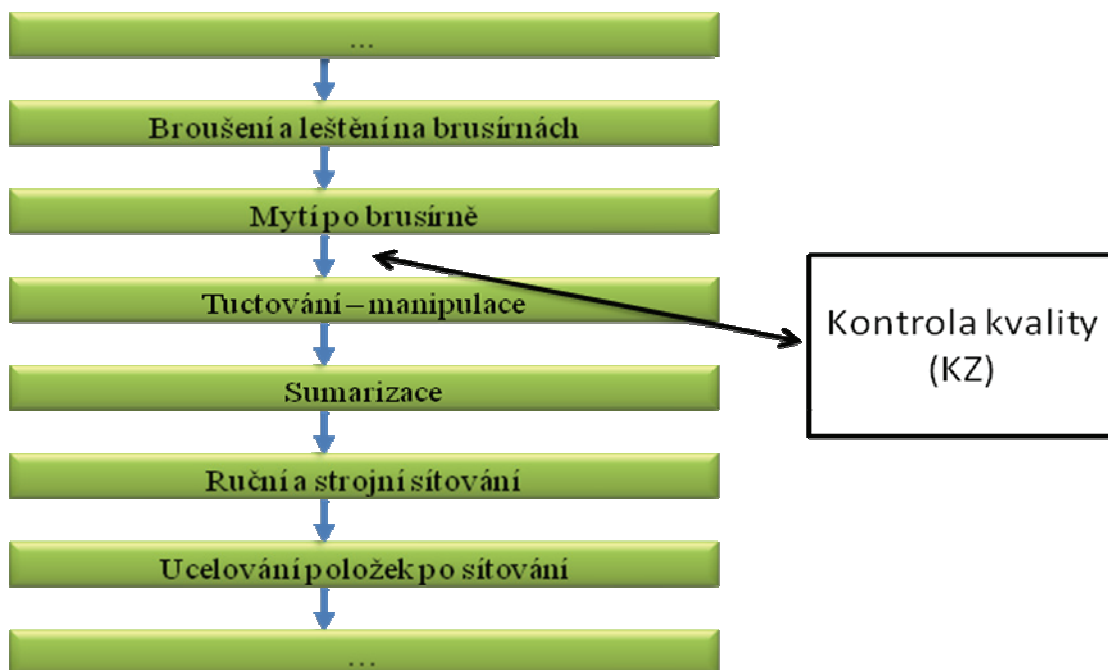
² Uvedená data jsou z důvodu utajení záměrně zkreslená.

3.1.1.1 Hlavní očekávané přínosy zavedení nového systému

- Efektivní a rychlá zpětná vazba na brusírnu, což povede k možné rychlé reakci na zjištěnou nekvalitní výrobu v průběhu dané směny a tím dojde i ke snížení ztrát.
- Zamezení šíření nekvality na další operace - oddělení nekvalitní výroby od ostatní ihned po operaci „mytí po brusírně“ a zajištění jejího dalšího samostatného zpracování, což bude mít kladný dopad na výrobu v navazujících operacích (zvýšení procenta počtu položek, jež není nutné zpracovávat na operaci třídění, atd.).

3.1.2 FÁZE MĚŘIT

Cílem definování současného stavu procesu je zmapování situace, ve které se proces nachází. Následující obrázek 27 znázorňuje technologický sled operací od operace broušení SBK po operaci síťování SBK s vyznačením návaznosti současné kontroly kvality (KZ).



Obrázek 27 - Technologický sled operací od operace broušení SBK po operaci síťování SBK

[vlastní]

V následujících bodech je popsán současný stav pracovišť kontroly kvality a umývárny (proces mytí po brusírně, tuctování, manipulace a sumarizace).

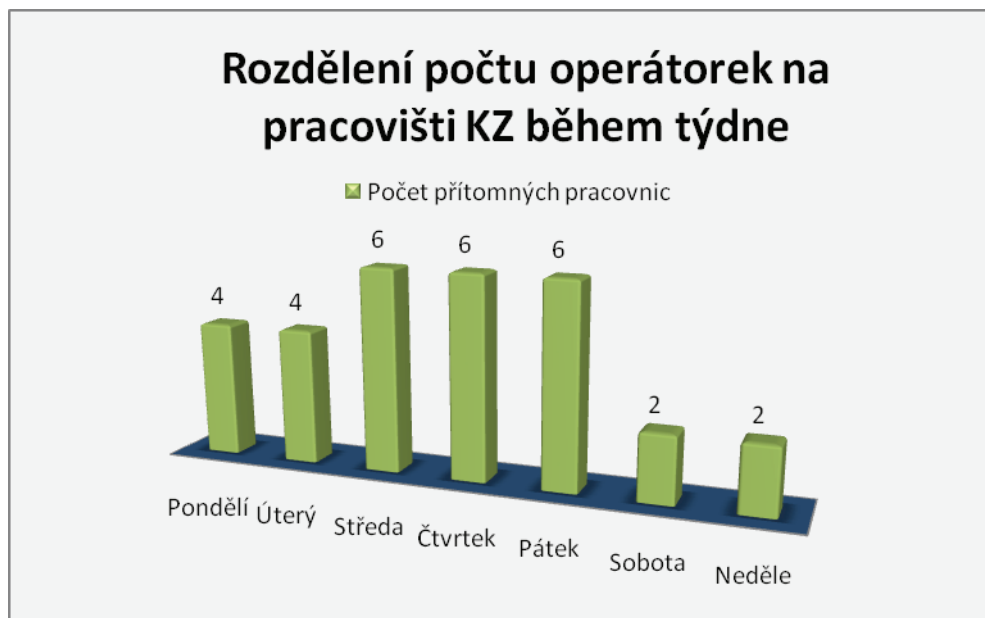
3.1.2.1 Pracoviště kontroly kvality – současný stav

Na pracovišti kontroly kvality (dále jen pracoviště KZ) v současné době probíhá hodnocení kvality broušení polotovaru SBK (tzv. dvojšpiček) formou kartové zkoušky. Kartová zkouška je rozbor 100 kusů výrobků (SBK) odebraných z hotové výroby jednoho stroje brusírny ke každému VVS. Výsledky kartové zkoušky v současné době slouží jako jeden z parametrů pro odměňování strojníků na pracovišti brusírna.

Současné personální obsazení KZ

- Počet operátorek: 6
- Pracovní doba: 6:00 – 14:00 hod.

Všechny operátorky pracují 5 dní v týdnu s následujícím rozdělením počtu operátorek v jednotlivých dnech (viz graf 5).

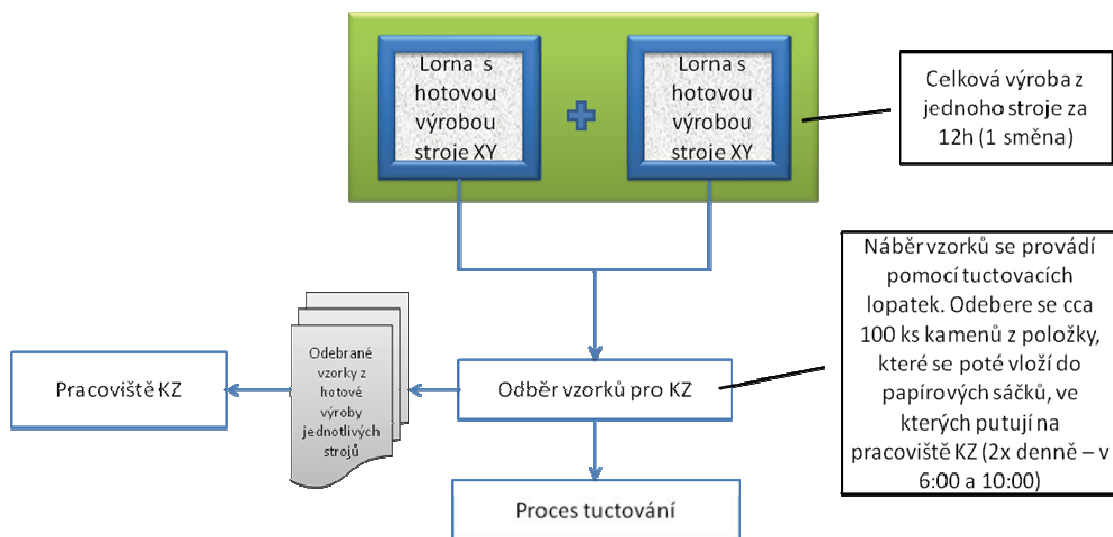


Graf 5 – Graf rozdělení počtu operátorek na pracovišti KZ během týdne [vlastní]

Soboty a neděle vždy pokrývají 2 operátorky, jež mají v následujícím týdnu v pondělí a v úterý volno. Jednotlivé operátorky se cyklicky střídají v pokrytí víkendů.

Popis pracovní činnosti operátorky KZ

Náplní práce operátorek KZ je provádět kontrolu kvality na vzorcích SBK odebraných z hotové výroby brusírny po procesu mytí. Operátorky KZ obdrží tyto vzorky, jež jsou odebrané operátkou na pracovišti umývárna z položek hotové výroby z předcházející ranní a noční směny pracoviště brusírna, v cca 6:00 hod. (vzorky z předešlé ranní směny) a v 10:00 hod. (vzorky z předešlé noční směny). Vzorky z umývárny přicházejí na pracoviště KZ v papírových sáčcích (viz obrázek 28 – Odběr vzorků pro KZ), kde si je mezi sebe operátorky KZ vždy spravedlivě rozdělí dle počtu přítomných operátorek .



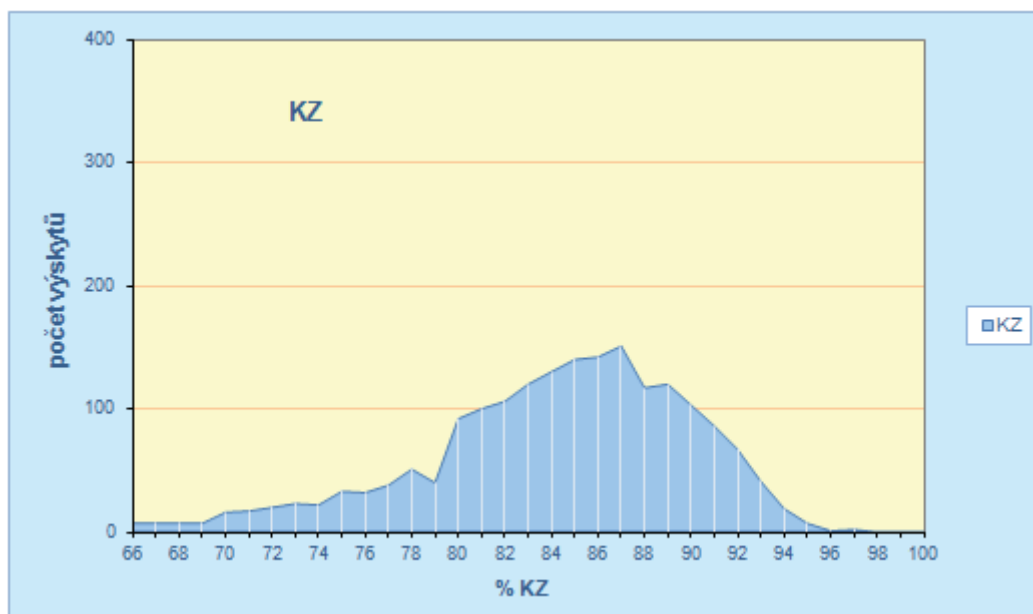
Obrázek 28 – Odběr vzorků pro KZ – Ke každé VVS se nabírá vždy pouze jeden vzorek a to i v případě, že tato hotová výroba obsahuje více loren. V tomto případě se vzorek nabírá tak, že se z každé lorny dané VVS odebere menší množství kamenů, jež se promíchají v určené nádobě. Teprve z tohoto odebraného a smíchaného „vzorku“ se odebírání minimálně 100 kusový vzorek pro KZ. [vlastní]

Po obdržení vzorků operátorka KZ z každého vzorku (sáčku) odebere 100 ks kamenů, jež umístí na třídírenskou plotnu. Poté provede vizuální kontrolu kvality vybraného vzorku kamenů a to jak pouhým okem, tak i za použití lupy a stereolupy Mantis a určí vady (seznam hodnocených vad viz Tabulka 2) a jejich rozsah na kamenech (počet kamenů s vadou). U šatonových růží navíc provede měření výšky kamenů. Výsledky zaznamená do formuláře *Kontrola kvality výbrusu SBKP*, poté do PC. Na pracovišti KZ je k dispozici pouze jeden PC, proto pracovnice zaznamenávají výsledky KZ do PC až po nashromáždění většího množství údajů cca

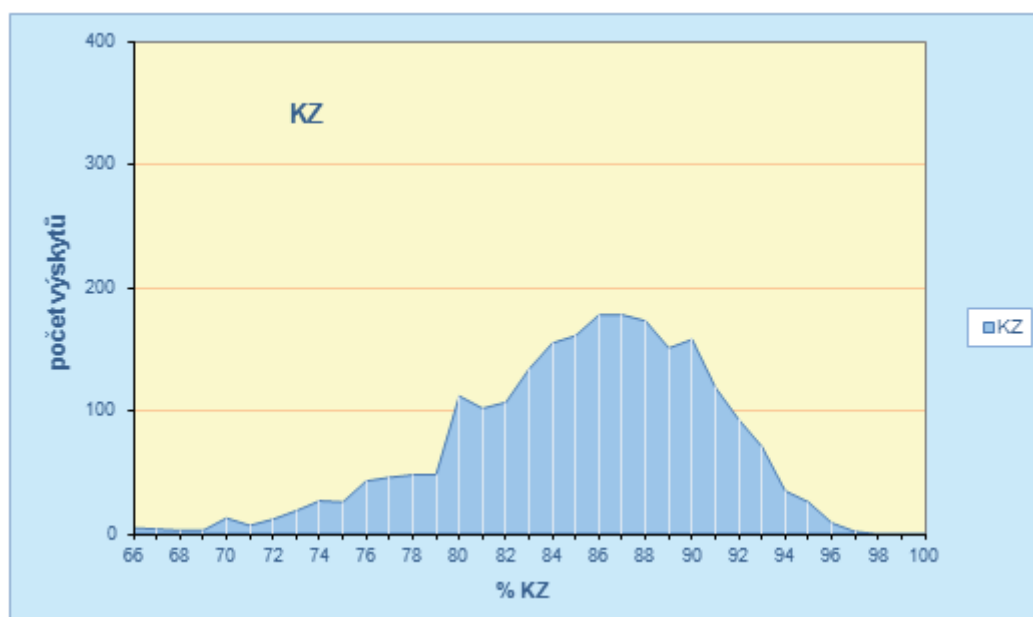
2x – 3x za 7,5 hod. směnu. Pouze v případě, když výsledky KZ vychází pod 85% (85 dobrých kamenů ze 100), zapíše výsledek okamžitě do PC a dále do společného sešitu, jež je určen k záznamu nekvality (tzn. KZ pod 85%). Příklad vývoje nekvality v čase u konkrétních velikostí viz graf 6 a 7.

Tabulka 2 – Hodnocené vady SBK [vlastní]

Hodnocené vady SBK	
Šatony	Šatonové růže
Nedobroušené (padák, lem, špička)	Nedobroušené
Nedoleštěné facety	Nedoleštěné
Spálené a zadřené	Špatná výška – nízké/vysoké
Rozbité a prasklé	Rozbité a prasklé
Odrčené hrany	Neproleštěné
Neroztočené	Poškrábané
Neproleštěné	Křivé
Uražené špičky	
Nedoleštěné patky a špičky	
Poškrábané	
Křivé	
Nestejně facety	



Graf 6 – Grafické vyjádření počtu výskytů procentuálních výsledků KZ SBK velikosti ss 4 – 4,5 za čtvrtletí³ [interní materiál firmy Preciosa, a.s.]



Graf 7 - Grafické vyjádření počtu výskytů procentuálních výsledků KZ SBK velikosti ss 6 – 6,5 za čtvrtletí³ [interní materiál firmy Preciosa, a.s.]

Počet vzorků zpracovávaných operátorkami KZ

Počet vzorků zpracovávaných za 1 směnu (7,5 hod) všemi přítomnými operátorkami KZ je průměrně 190 (i více – dle počtu přejezdů na brusírně).

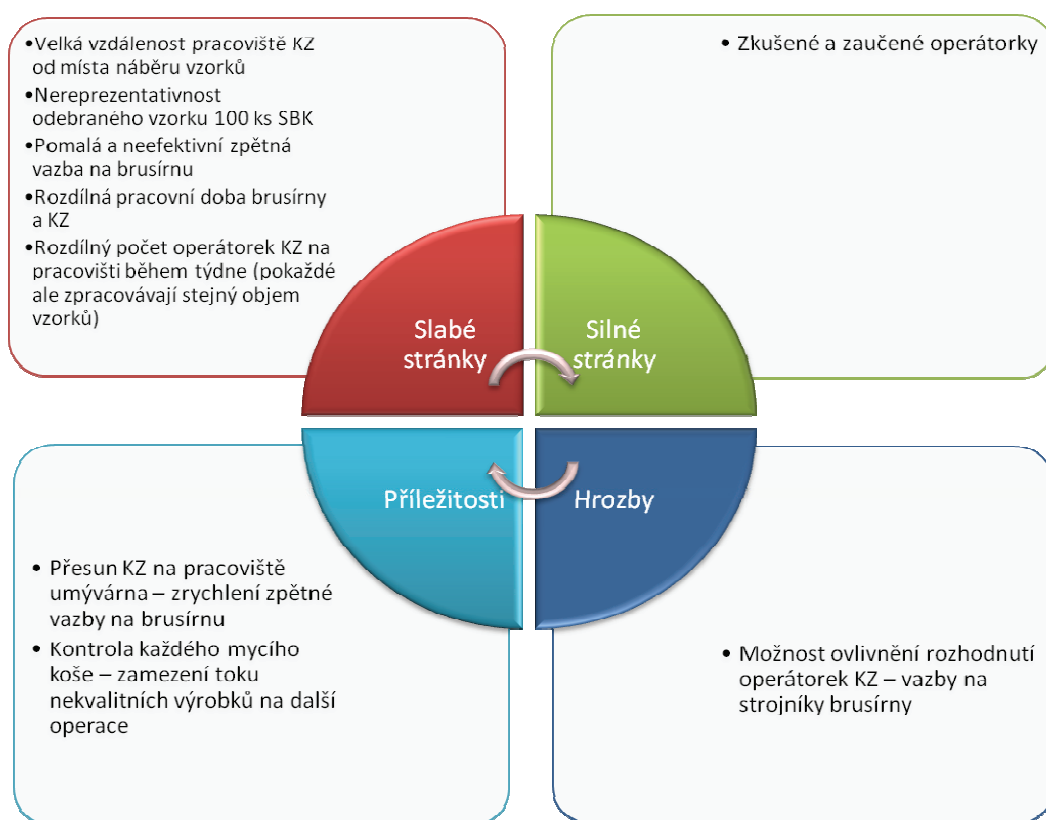
³ Uvedená data jsou z důvodu utajení záměrně zkreslená.

Zpětná vazba na pracoviště brusírna

Doba současné zpětné vazby o kvalitě broušení SBK na pracoviště brusírna je cca 16 – 32 hodin (dle směny brusírny).

SWOT analýza

SWOT analýza je typ strategické analýzy stavu procesu z hlediska jeho silných stránek (strengths), slabých stránek (weaknesses), příležitostí (opportunities) a ohrožení (threats). Tato analýza poskytuje podklady pro formulaci rozvojových směrů, aktivit, strategií a cílů. SWOT analýza KZ viz obrázek 29.

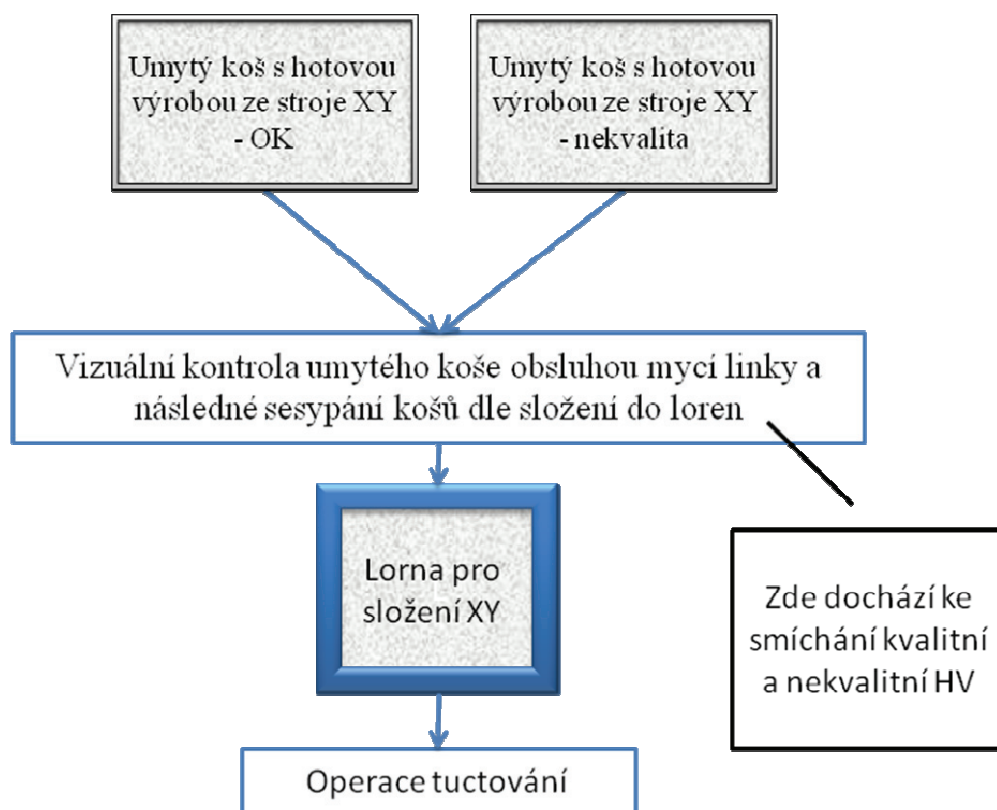


Obrázek 29 – SWOT analýza [vlastní]

3.1.2.2 Pracoviště umývárna – současný stav

Pro mytí hotové výroby po brusírně (odstraňování brusírenského tmele z SBK) se používají tři ultrazvukové mycí linky KLB 1, KLB 3 a KLV 3. V současné době se pro mytí výroby po brusírně využívají hlavně mycí linky KLB 1 a KLB 3. Mycí linka KLV 3 je využívána na mytí štrasového zboží po ploškovně.

SBK přicházejí do prostoru umývárny z brusírny v mycích koších či v rámech (1 rám = 4 mycí koše). Výroba, jež přijde do prostoru umývárny pouze v koších, se zde uloží do rámu. Poté jsou rámy obsahující koše s SBK umístěny obsluhou mycí linky na vstupní dopravník linky, kde jsou automaticky dopravovány postupně celou linkou (mycí a sušící část) na výstupní místo. Z výstupního místa jsou obsluhou vyjmuty z linky.



Obrázek 30 – Umývárna – současný stav (tok nekvality na další operace) [vlastní]

Po vyjmutí rámu z mycí linky obsluha nejprve vizuálně zkontroluje kvalitu mytí každého koše na hrubé brusírenské vady, jež mohou být pozorovatelné pouhým okem (padáky, nedoleštěné, rozbité kameny). Na případné nedostatky obsluha upozorní vedení provozu brusírny (mistra). Poté jsou umyté kameny opatrně přesypány do plastových přepravek – loren (viz obrázek 30). Do jedné přepravky se sesypávají pouze SBK jedné položky (maximální nosnost přepravky je 6 kg). Po sesypání celé položky je k lorně (lornám) přiřazena příslušná průvodka a položka je předána k tuctování (viz příloha A – Procesní mapa – současný stav).



Obrázek 31 – Lorna s hotovou výrobou ze stroje XY [vlastní]

Ihned po skončení procesu mytí je u čisté výroby zjišťováno tzv. hlavní číslo (HČ) SBK (pouze u šatonů, u šatonových růží se nezjišťuje). Obsluha mycích linek určuje u každého stroje hlavní číslo vždy ze 2. a 4. koše a z jednoho z následujících košů výroby, obsahuje-li výroba ze stroje více jak 4 koše (tzn. obsluha odebere za 1 směnu vždy maximálně 3 ks vzorků). Z každého takového koše obsluha nabere jednotokusový vzorek a určí HČ.



Obrázek 32 – Umývárna – pracoviště zjišťování HČ [vlastní]

Takt mycích linek KLB 1, KLB 3 a KLV 3

Takt mycích linek KLB 1, KLB 3 a KLV 3 včetně přesunů je 8 minut a 55 sekund, což odpovídá kapacitě mycí linky 6,7 rámu za hodinu.

Nutné prostoje provozu mycích linek z důvodu výměny vodních lázní odpovídají době cca 30 minut za směnu (12 hodin). Kapacita mycí linky odpovídá tedy

cca 77 rámců = 308 košů za směnu (12 hodin) při odečtení času na nutné prostoje mycí linky (0,5 hodiny).



Obrázek 33 – Umývárna – regál s lornami s hotovou výrobou [vlastní]

Personální obsazení pracoviště umývárna

- Pracovní doba: nepřetržitý provoz (12 hod./směna)
- Počet pracovníků na všech směnách: 12
- Počet pracovníků na 1 směně: 3

1. *Obsluha mycí linky*

Stará se o chod mycí linky (zakládání a vyndávání rámců s koši do a z mycí linky). Sesypává umytou výrobu do plastových přepravek (loren). Zjišťuje HČ u šatonů umyté výroby. Uklízí prázdné koše a rámy na místo určení.

2. *Seřizovač*

Stará se o chod mycí linky (zakládání a vyndávání rámců s koši do a z mycí linky), dále zajišťuje chod mycích linek po technické stránce. Sesypává umytou výrobu do plastových přepravek. Uklízí prázdné koše a rámy na místo určení.

3. Tuctovačka

Pomáhá obsluze mycí linky. Provádí vyhodnocení spáleného tmele a namíchaných barev v položkách z brusírny „J“. Odebírá z každé položky (VVS) vzorek pro kartovou zkoušku (viz obrázek 34 – odběr vzorků pro KZ). Tuctuje položky v systému čárového kódu OŘV 3 a provádí sumarizaci.



Obrázek 34 – Umývárna – pracoviště tuctování a sumarizace [vlastní]

3.1.2.3 Analýza MSA KZ

Cílem analýzy systému měření je určení zdroje nepřesnosti měřicího systému za účelem jeho zlepšení.

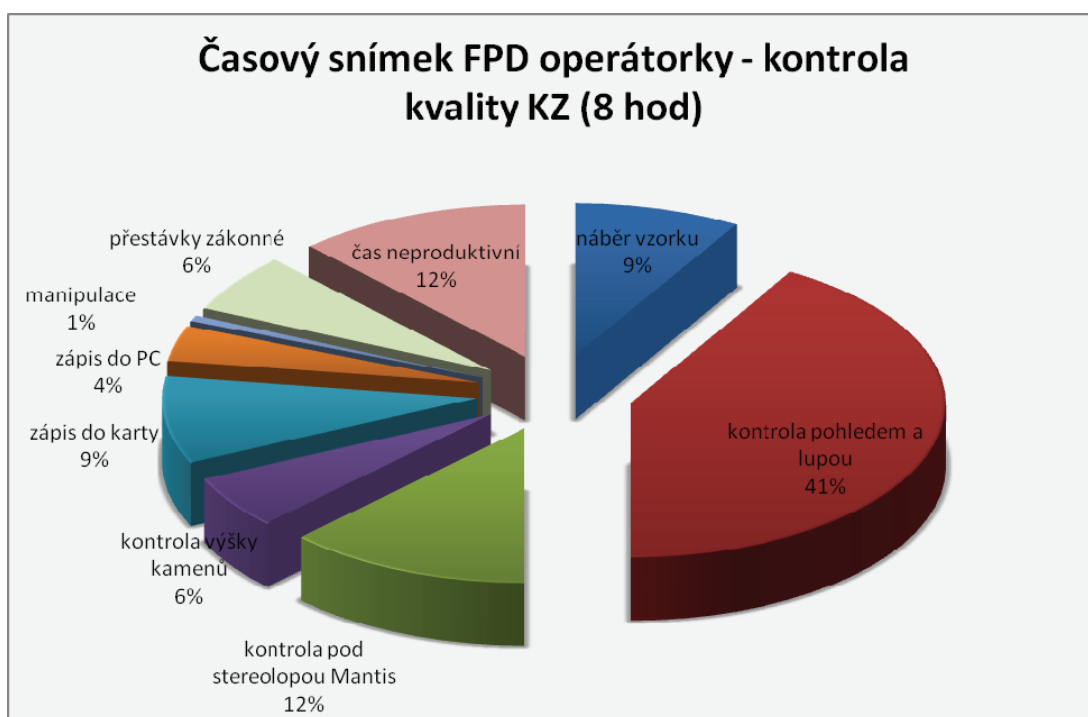
Měření bylo provedeno u všech operátorek KZ na 10 vzorcích po 100 ks kamenů v každém vzorku. V rámci měření byla sledována opakovatelnost rozhodnutí tzn. stanovení počtu vad ve vzorku (stejný vzorek byl předložen 2x s časovým odstupem) a reprodukovatelnost stanovení počtu vad tzn. posouzení shody mezi pracovníci kontroly.

Shoda operátorek KZ na počet vad ve vzorku ve vztahu k opakovatelnosti je 60%, k reprodukovatelnosti je 70% a celková vypovídatelnost je 30-40%.⁴

3.1.2.4 Časové snímky

Časové snímky pracovního dne byly zhotoveny pro profese - kontrola kvality KZ (pracoviště KZ), obsluha mycí linky (pracoviště umývárna), seřizovač (pracoviště umývárna) a tuctovačka (pracoviště umývárna). Vyhodnocení časových snímků bylo provedeno formou grafů (viz graf 8 - 11).

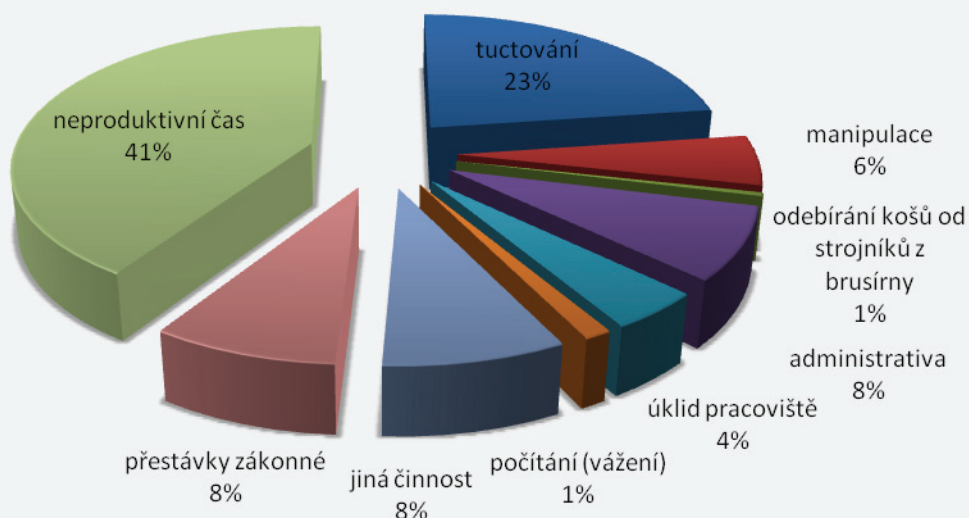
V příloze G je umístěn podrobný časový snímek FPD operátorky KZ.



Graf 8 – Časový snímek FPD operátorky KZ (8 hod) [vlastní]

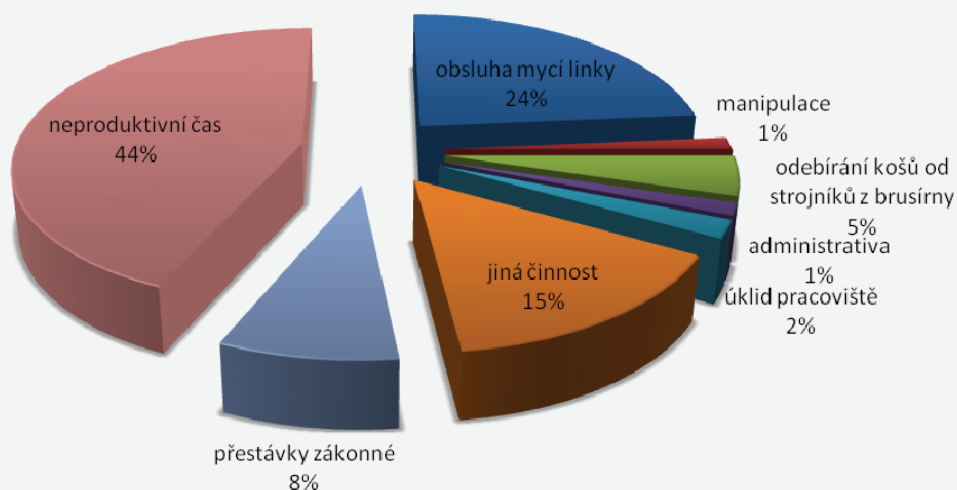
⁴ Uvedená data jsou z důvodu utajení záměrně zkreslená.

Časový snímek FPD operátorka tuctování (12 hod)

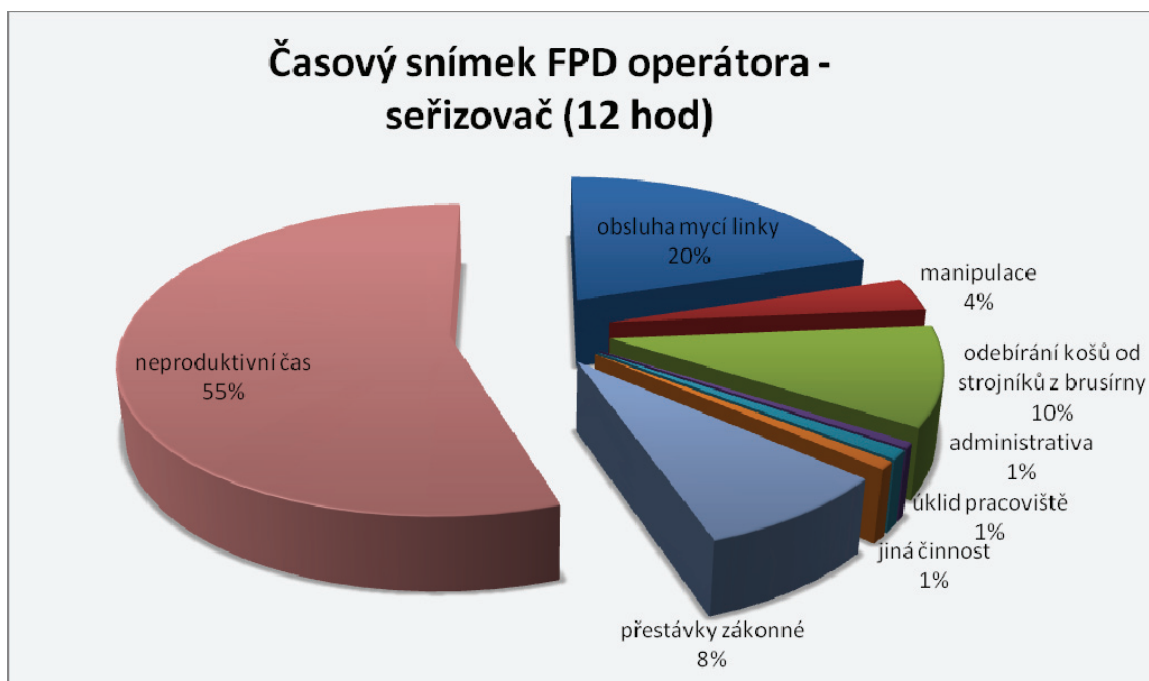


Graf 9 – Časový snímek FPD pracovnice tuctování (12 hod) [vlastní]

Časový snímek FPD operátorky - obsluha mycí linky (12 hod)



Graf 10 – Časový snímek FPD operátorky – obsluha mycí linky (12 hod) [vlastní]



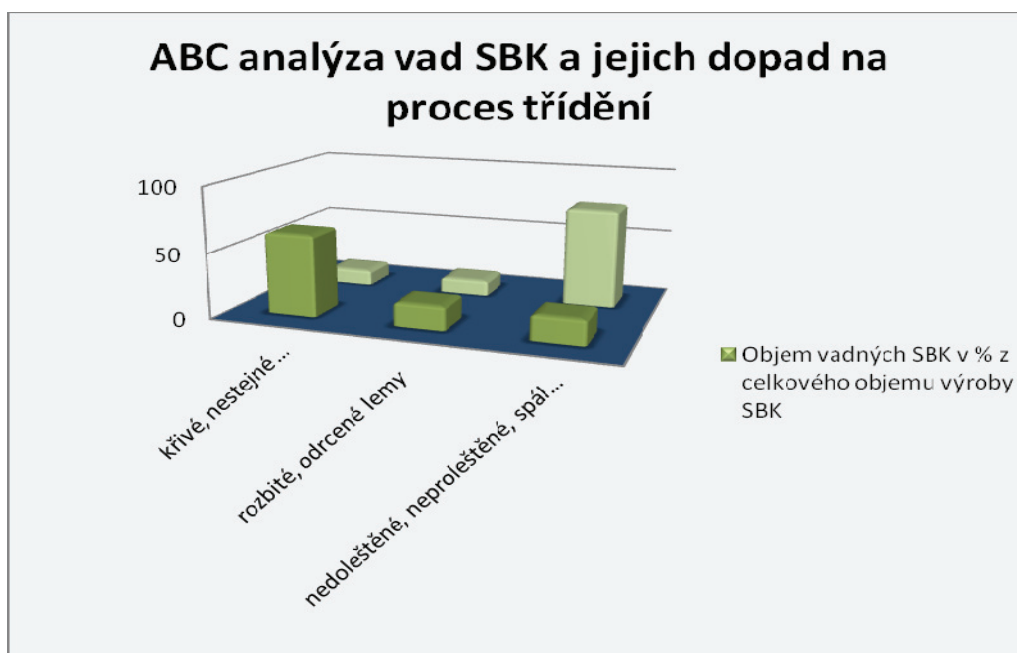
Graf 11 – Časový snímek FPD operátora – seřizovač (12 hod) [vlastní]

3.1.2.5 ABC analýza

ABC analýza vad SBK a jejich dopad na náklady v procesu třídění (viz tabulka 3 a graf 12).

Tabulka 3 – ABC analýza vad SBK a jejich dopad na proces třídění⁵ [vlastní]

Skupina vad	Objem vadných SBK v % z celkového objemu výroby SBK	Náklady na proces třídění v %
křivé, nestejně facety, poškrábané	63	12
rozbité, odrcené lemy	18	12
nedoleštěné, neproleštěné, spálené, nedobroušené, neroztočené	19	76



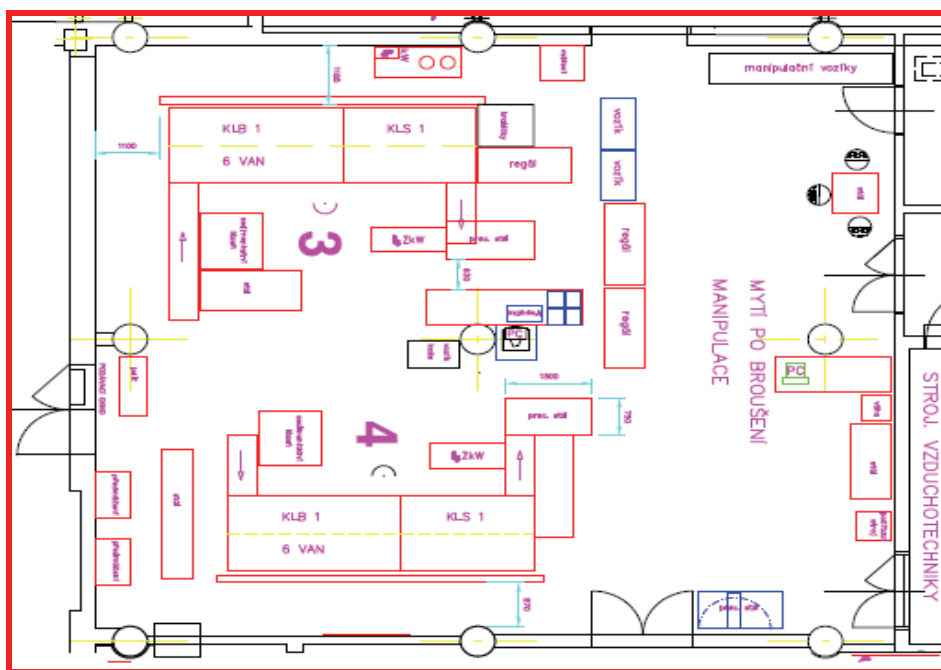
Graf 12 – ABC analýza vad SBK a jejich dopad na proces třídění⁶ [vlastní]

⁵ Uvedená data jsou z důvodu utajení záměrně zkreslená.

⁶ Uvedená data jsou z důvodu utajení záměrně zkreslená.

3.1.2.6 Rozbor prostoru – současný stav

V současné době existují rozdílná pracoviště pro odběr vzorků z hotové výroby po brusírně za účelem kontroly kvality a samotnou kontrolou kvality. Tato pracoviště jsou od sebe vzdálená cca 300 metrů.



Obrázek 35 – Layout pracoviště umývárna – současný stav (viz příloha C)
[vlastní]



Obrázek 36 – Umývárna – pracovní stůl obsluhy mycí linky [vlastní]



Obrázek 37 – Umývárna – vozík s prázdnými mycími koši [vlastní]

3.1.3 FÁZE ANALYZOVAT

Cílem třetí fáze metodiky DMAIC je určení klíčových příčin problému a jejich analýza.

Řešené problémy:

- Pomalá zpětná vazba o vyhodnocení kvality broušení na brusírnu, což souvisí:
 - a) se současným umístěním pracoviště KZ, jež zajišťuje kontrolu kvality po procesu broušení, které je od místa náběru vzorků vzdáleno cca 300 metrů,

- b) s rozdílnou pracovní dobou pracoviště KZ a pracovníků brusírny,
 - c) s rozdílným počtem pracovníků přítomných na pracovišti KZ během týdne.
- Nerepresentativnost odebraného vzorku, z něhož se stanovuje kvalita výroby (tzv. kartová zkouška), jež následně slouží jako identifikátor chybovosti a jako jeden z podkladů pro odměňování strojníků brusírny.
 - Zamezení toku nekvalitních výrobků na další operace.

Při tvorbě návrhů na řešení vycházíme z výsledků fáze MEASURE.

Návrhy na řešení:

- Přesun pracoviště KZ na umývárnu a současné zavedení kontroly kvality HV každého mycího koše a s tím související zrychlení zpětné vazby o kvalitě na brusírnu ze současných 16-32 hodin na 6 hodin (viz příloha E a F - VSM – mapa hodnotového toku současný stav a návrh).
- Změna pracovní doby operátorek kontroly kvality z jednosměnného provozu na nepřetržitý (stejný jako mají pracovníci brusírny).
- Vytvoření nového systému hodnocení kvality HV tak, aby nedocházelo k toku nekvality na další operace (viz příloha A a B – Procesní mapa současný stav a návrh):
 1. náběr vzorku z mycích košů s HV ihned po procesu mytí,
 2. kontrola kvality každého mycího koše,
 3. na základě rozhodnutí o kvalitě HV v mycím koši rozdělení HV dle stanovené kvality.

3.1.4 FÁZE ZLEPŠOVAT

3.1.4.1 Přesun pracoviště KZ na umývárnu

Přesun pracoviště KZ ze současných prostor, jež jsou umístěné cca 300 metrů od pracoviště umývárna, přímo do prostor umývárny po brusírně a s tím spojené zavedení kontroly kvality okamžitě po umytí hotové výroby – odebrání kontrolního vzorku přímo z mycího koše a jeho okamžité vyhodnocení.

Důvody:

- Zrychlení zpětné vazby na pracoviště brusírna.
- Okamžité rozhodnutí o kvalitě - zamezení toku nekvality na další operace a s tím spojené náklady.
- Hodnocený vzorek SBK bude odebrán přímo z mycího koše, tzn., že daný vzorek bude zastupovat mnohem menší množství výroby než v současnosti.

S přesunem operátorek KZ na umývárnu souvisí i změna pracovní doby, jelikož v současné době je na pracovištích brusírna, umývárna a kontrola kvality – KZ, nastavená rozdílná pracovní doba.

- Brusírna a umývárna: nepřetržitý provoz (12-ti hodinové směny).
- Kontrola kvality - KZ: ranní směna (6:00 – 14:00) sedm dní v týdnu.

Tyto rozdíly v pracovní době mají za následek dlouhou zpětnou vazbu o kvalitě na brusírnu (v současné době cca 16 – 32 hodin). Vzhledem k tomu, že je cílem této diplomové práce zkrátit tuto zpětnou vazbu, je důležitý nejen přesun KZ na pracoviště umývárna, ale také nastavení jednotné pracovní doby, tzn. převedení pracovník KZ na nepřetržitý provoz.

V rámci fázi měření a analýza byla provedena zkouška délky trvání kontroly kvality každého koše HV. Měřeny byly dvě operátorky KZ. Operátorka měla za úkol provést kontrolu HV v 16 koších dle nově navrhovaného systému a rozhodnout

o kvalitě. Cílem zkoušky bylo zjistit, kolik pracovníků bude potřebných pro zajištění nově navrhovaného systému, aby zároveň byly schopny pokrýt takt mycích linek. Výsledkem měření je stanovení počtu osmi potřebných operátorek na nepřetržitý provoz pro nově navrhovaný systém (viz tabulka 4).

Tabulka 4 – Určení počtu potřebných operátorek pro nově navrhovaný systém na základě měření délky kontroly HV v mycím koši a taktu mycích linek [vlastní]

Průměrná délka kontroly HV jednoho mycího koše (min:sec)	Průměrná délka kontroly HV jednoho rámu - 4 mycí koše (min:sec)	Takt mycí linky (min:sec) – doba mytí jednoho rámu se 4 mycími koši	Počet potřebných operátorek pro nově navrhovaný systém (nepřetržitý provoz)
1:30	6:00	8:55	8

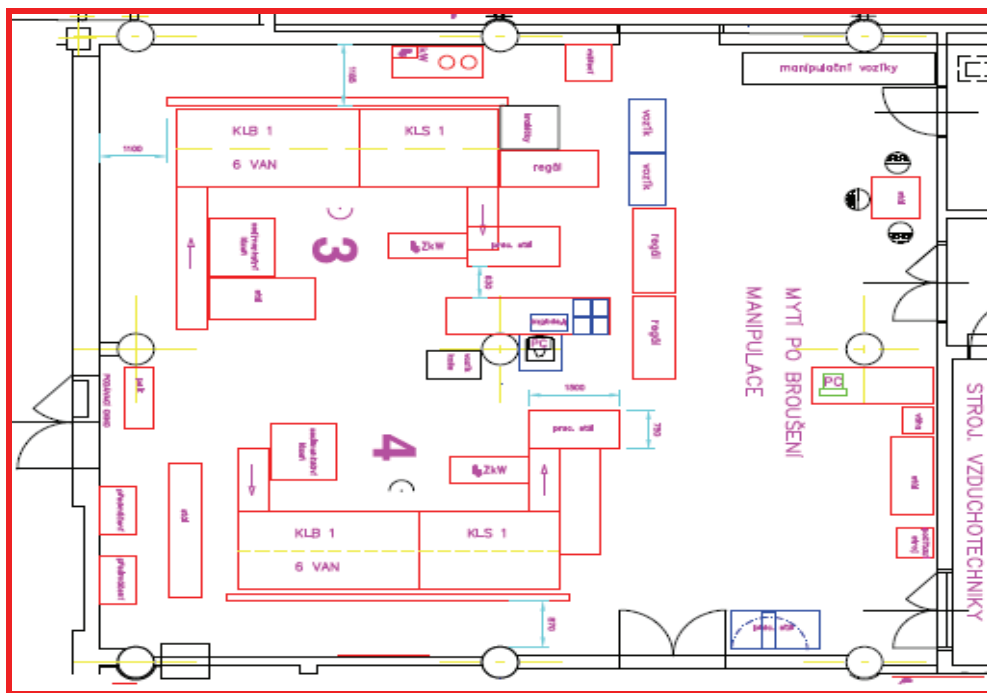
3.1.4.2 Zrychlení zpětné vazby o kvalitě na brusírnu

S přesunem KZ na umývárnu se současně zkrátí zpětná vazba (ZV) o kvalitě SBK na brusírnu a tím dojde ke snížení ztrát, protože zrychlením ZV je umožněna strojníkům brusírny rychlá reakce na zjištěnou nekvalitní výrobu v průběhu dané směny. Přítomností operátorky kontroly kvality přímo na pracovišti umývárny po brusírně, nastavením nového transparentního systému kontroly SBK a díky novému způsobu rychlé a adresné ZV se sníží délka ZV z původních cca 16 – 32 hodin na přibližně 6 hodin (viz příloha E a F).

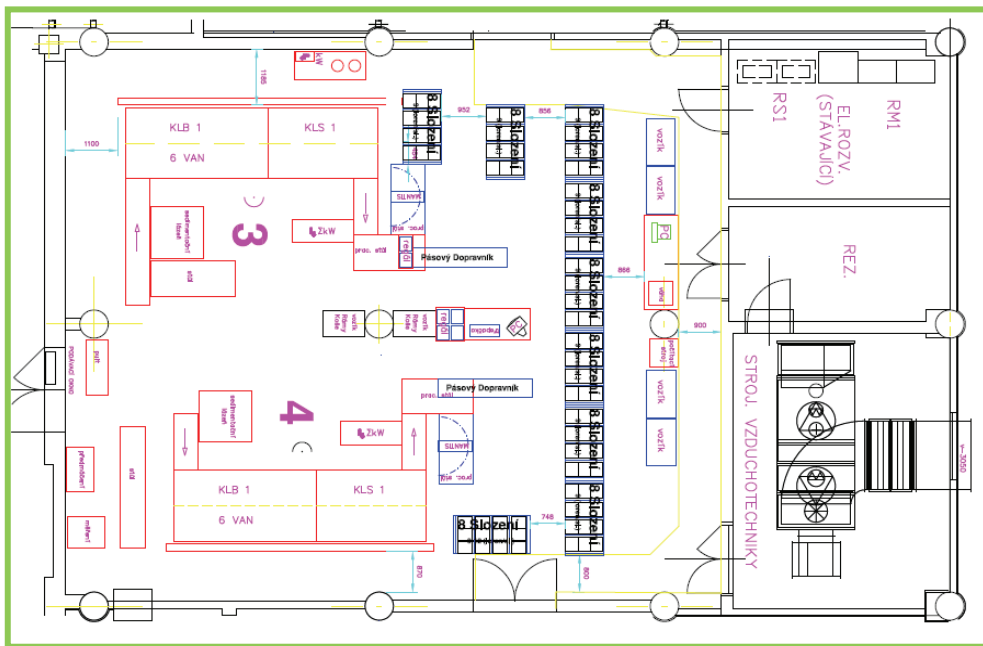
3.1.4.3 Návrh nového pracoviště

Návrh nového pracoviště (jedná se o přeskupení stávajících pracovišť: umývárna a KZ) je cíleně zaměřen na rychlou a z hlediska manipulace jednoduchou kontrolu se zakomponováním všech stávajících operací. Základem je vytvoření dvou nových pracovišť kontroly kvality přímo u výstupů mycích linek KLB 1 a KLB 3. Při přesunu KZ na umývárnu a tvorbě nového pracoviště (přeskupení stávajícího) bude použita také metodika 5S. Součástí přesunu pracoviště kontroly kvality na umývárnu je i optimalizace současného pracoviště umývárna.

Návrh layoutu pracoviště umývárna se zakomponováním pracovišť kontroly kvality, pásových dopravníků a nových regálů, jež umožní dělení HV na kvalitu A, B a C (obrázek 39) - více specifikováno v bodech Popis procesu kontroly kvality na pracovišti umývárna a příloze D - a jeho porovnání se současným stavem (obrázek 38, příloha C).



Obrázek 38 – Layout pracoviště umývárna – současný stav (viz příloha C) [vlastní]



Obrázek 39 – Návrh layoutu nového uspořádání pracoviště umývárna se zakomponováním pracovišť KZ (viz příloha D) [vlastní]

Vybavení jednoho pracoviště pro kontrolu kvality SBK na umývárně

- Stereolupa Mantis (zvětšení 10x a 4x).
- Úchylkoměr.
- Petriho miska.
- Sada třídírenských sít pro velikost SBK (ss) 000 – 28, pořadač sít, kovové kroužky pod třídírenská síta, podložka.
- Černý a bílý samet o rozměrech 30x40 cm.
- Pinzeta.
- Ergonomická podložka pod nohy.
- Pracovní stůl.
- LCD obrazovka.
- Pásový dopravník (pro jednodušší manipulaci s mycími koši).

Nové potřebné vybavení pracoviště umývárna (vyjma vybavení pracovišť kontroly kvality)

- Regál s válečkovými policemi na HV – 9 ks (nové regály jsou nutné z důvodu větší potřeby skladovacího prostoru pro HV, jež se bude dělit do více loren (dělení na kvalitu A, B, C))

3.1.4.4 Zamezení toku nekvalitní výroby na další operace

Po výstupu koše z mycí linky operátorka kontroly posoudí kvalitu hotové výroby v mycím koši - nabere vzorek kamenů na třídírenskou plotnu, posoudí je jak pouhým okem, tak pod stereolupou Mantis, a rozhodne, zda se jedná o kvalitu A, B nebo C (více specifikováno v bodech Popis procesu kontroly kvality na pracovišti umývárna a Transparentnost náběru vzorku z mycího koše).

3.1.4.5 Navržení optimálního systému měření kvality

Při kontrole kvality po operaci broušení nás zajímají 2 kritéria pro hodnocení kvality SBK v mycím koši.

1. Rychlý náhled na nabraný vzorek z mycího koše na třídírenskou plotnu a dle vad viditelných pouhým okem dělení položek na kvalitu A, B nebo C.
2. Kontrola nabraného vzorku pod stereolupou Mantis na veškeré brusírenské vady (i vady jemného charakteru) a ZV o kvalitě na brusírnu.

Hrubé brusírenské vady (tzn. vady viditelné pouhým okem – např. celé nedoleštěné, spálené, rozbité) vyskytující se v hotové výrobě SBK po brusírně nám vytváří náklady na dalších operacích (ploškování, similizace, třídění). Vytvořením nového transparentního systému, který bude zajišťovat kontrolu kvality v prvním možném okamžiku po operaci broušení (tj. po umytí ze tmelu) a zajištěním odděleného zpracování kvalitní a nekvalitní výroby, dojde k úsporám. Za prvé se zrychlí ZV o kvalitě na brusírnu a tím se sníží procento samotné tvorby nekvality. Za druhé hotová výroba bude po umytí dle daných kritérií rozdělována na kvalitu A, B a C a na další operace bude odcházet odděleně, tzn. zamezí se kontaminaci kvalitní výroby nekvalitními výrobky, což povede ke snížení počtu položek, jež je nutné třídít, a zároveň se sníží procento dále zbytečně zpracovávaných SBK.

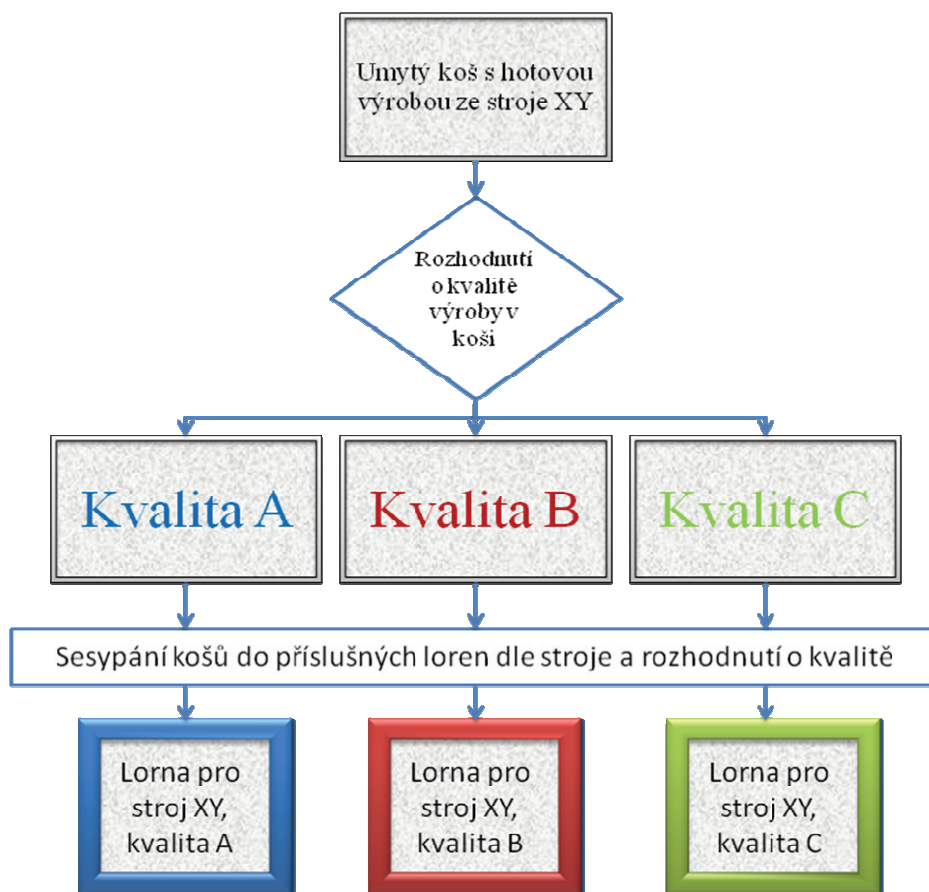
Popis procesu kontroly kvality na pracovišti umývárna

Po výstupu koše z mycí linky operátorka kontroly posoudí kvalitu hotové výroby v mycím koši - nabere vzorek kamenů na třídírenskou plotnu, posoudí jej jak pouhým okem, tak pod stereolupou Mantis, a rozhodne, zda se jedná o kvalitu A, B nebo C. Na základě rozhodnutí označí výrobu v mycím koši příslušnou značkou a předá k dalšímu zpracování obsluze mycí linky, která přesype koš do příslušné lorny (viz brázek 41). Kontrola kvality také určí dominantní vady vyskytující se v mycím koši a výsledek zaznamená do příslušného záznamového zařízení. Hotová výroba, jež je sesypána do příslušných loren dle kvality A, B, C (lorna pro stroj XY - kvalita A, lorna pro stroj XY – kvalita B, lorna pro stroj XY – kvalita C) odchází na další operace odděleně.



Obrázek 40 – Náběr vzorku HV z mycího koše na třídírenskou plotnu [vlastní]

- **Kvalita A** – výroba s minimálním výskytem vad – mohou se zde objevovat vady méně viditelné (lehce nedoleštěné, uražená špička) nebo vady jemného charakteru. V malé míře se mohou objevit kameny s hrubou brusírenskou vadou, jež je viditelná i pouhým okem - na třídírenské plotně se vyskytuje maximálně 10 – 15 takových kamenů.
- **Kvalita B** – na třídírenské plotně se vyskytuje cca 20 – 50 kamenů s hrubou brusírenskou vadou, jež je viditelná i pouhým okem. Zboží se musí sítovat zvlášť.
- **Kvalita C** – na třídírenské plotně se vyskytuje větší množství kamenů s hrubou brusírenskou vadou (50 a výše) viditelnou pouhým okem - neshodná výroba, porucha na stroji, atd. Při operaci sítování o dalším zpracování rozhodne pracovnice OŘJ.



Obrázek 41 – Posouzení kvality hotové výroby v mycím koši pracovníci kontroly kvality a rozhodnutí, zda se jedná o kvalitu A, B, C [vlastní]

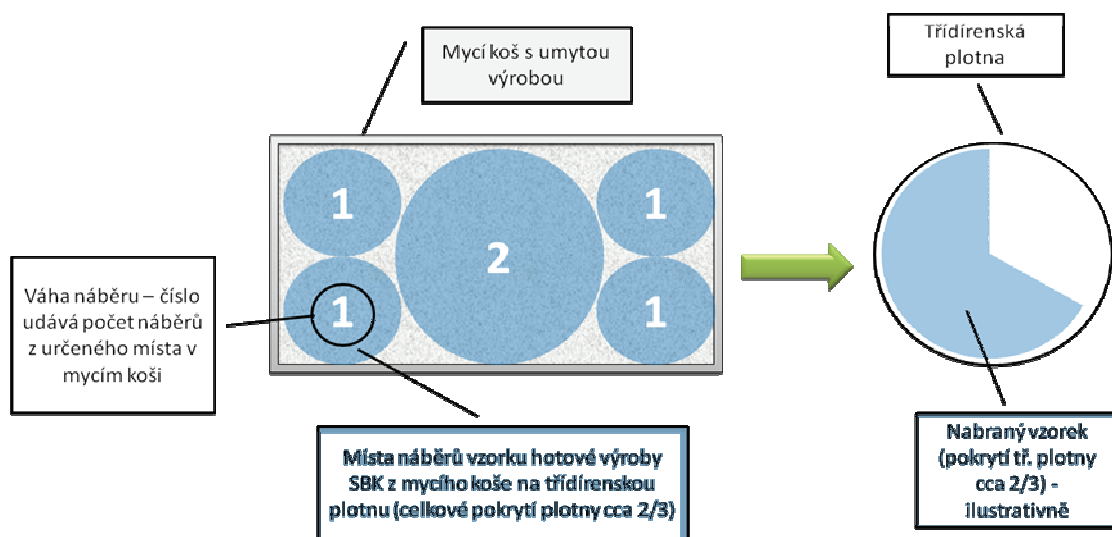
Postup v případě identifikace nekvality v mycím koši pracovníci kontroly na umývárně

V případě identifikace nekvality operátorka kontroly kvality bude povinna okamžitě informovat mistra brusírny. Každé zjištění nekvality zaznamená operátorka do PC, kde určí dominantní vady kamenů a číslo stroje. Poté odešle informaci na PC na brusírně. Mistr brusírny následně informuje strojníka příslušného stroje o vzniklé vadě. Strojník je povinen začít okamžitě řešit tuto nekvalitu (na zásah má 1 hodinu). Po vyřešení problému strojník vyrobí jeden mycí koš SBK, označí jej příslušnou známkou a odnese jej na umývárnu, kde je koš přednostně umyt. Po umytí koše s označením předá obsluha mycí linky koš ke kontrole operátorce kontroly kvality. Do 2 hodin od předání koše na umývárnu musí dostat mistr ZV informaci o vývoji kvality na příslušném stroji. Nebude-li problém na stroji odstraněn, postupuje vedení brusírny dle daného eskalačního systému na dalším řešení problému.

Transparentnost náběru vzorku SBK z mycího koše

Cílem je stanovit formu náběru vzorku z mycího koše s hotovou výrobou po umytí tak, aby byl schopen reprezentovat výrobu celého koše.

Vzorek bude nabrán vždy z každého mycího koše hotové výroby po operaci mytí. Náběr bude prováděn pracovnící kontroly z mycího koše okamžitě po umytí, zchladnutí a následném vyndání mycích košů z rámu. Vzorek bude nabírán rukou (za použití bavlněných pracovních rukavic) na třídírenskou plotnu příslušné velikosti. Tento vzorek bude sestaven z šesti náběrů z pěti přesně stanovených míst v mycím koši (viz Obrázek 42) tak, aby celkové množství SBK ze všech náběrů pokrývalo cca 2/3 plochy třídírenské plotny.



Obrázek 42 – Náběr vzorku SBK z mycího koše na třídírenskou plotnu [vlastní]

Tento systém je nastaven z důvodu, že nekvalitní výrobky se mohou vyskytovat pouze např. v jedné části mycího koše, proto je nutné při kontrole kvality HV z mycího koše (při odběru vzorku) obsáhnout celou HV v koši.

3.1.5 FÁZE KONTROLOVAT

3.1.5.1 Zajištění nezávislosti kontroly kvality

Pracoviště kontroly kvality musí být nezávislé a musí účinně zamezovat ovlivnění kontroly kvality hotové výroby SBK ze strany zaměstnanců brusírny a to hlavně z důvodu, že na základě rozhodnutí operátorky kontroly o kvalitě bude finančně hodnocen zaměstnanec brusírny zodpovídající za kvalitu na konkrétním stroji.



Obrázek 43 – Stereolupa Mantis [vlastní]

Opatření zajišťující nezávislost kontroly kvality

1. Rozdílná směnnost zaměstnanců brusírny a kontroly kvality

Navrhovaným řešením je rozdílná směnnost zaměstnanců brusírny a operátorek kontroly kvality. Brusírna má pracovní periodu 12h nepřetržitého provozu se střídáním směn viz tabulka 5 (řádek Brusírna). Operátorky kvality budou pracovat v periodě 12h nepřetržitého provozu se střídáním směn viz tabulka 5 (řádek Kontrola) – tzv. krátký a dlouhý týden.

Tabulka 5 – Příklad rozdílné směnnosti pracovníka brusírny a kontroly kvality (R – ranní směna, N – noční směna, V – volno) [vlastní]

Brusírna	R	R	N	N	V	V	V	V	R	R	N	N	V	V	V
Kontrola	R	R	V	V	N	N	V	V	V	R	R	V	V	N	N

2. Rotace operátorek kontroly kvality a obsluh mycí linky v rámci pracoviště

Navrhovaná rotace operátorek (operátorka kontroly kvality - A, operátorka kontroly kvality - B, obsluha mycí linky - C) v rámci pracoviště je každé dvě hodiny (viz tabulka 6) a to z důvodů:

1. Zajištění nezávislosti kontroly kvality.
2. BOZP - potřeby odpočinku operátorek kontroly kvality (odpočinek pro oči, změna pracovního postoje, atd.).

Tabulka 6 - Nastavení rotace operátorek (operátorka kontroly kvality - A, operátorka kontroly kvality - B, obsluha mycí linky - C) v rámci pracoviště

Pracoviště/ čas (hod)	2	2	2	2	2	2
Pracoviště kontroly kvality	A	C	B	A	C	B
Pracoviště kontroly kvality	B	A	C	B	A	C
Pracoviště obsluhy mycí linky	C	B	A	C	B	A

3.1.5.2 Zavedení a dodržování standardů

Pravidelná kontrola ze strany OŘJ (měření MSA, dodržování technologických postupů) a vedení závodu (dodržování BOZP, technologických předpisů, atd.).

ZÁVĚR

Hlavním cílem této práce bylo navrhnout optimalizaci systému vyhodnocování kvality procesu broušení, jež bude jednotný a transparentní a bude zajišťovat rychlou a efektivní zpětnou vazbu na brusírnou. V teoretické části byly vysvětleny metody a nástroje průmyslového inženýrství a řízení jakosti, jež byly v praktické části práce využity k řešení zadaného projektu. Při samotném řešení projektu bylo postupováno dle metodiky DMAIC – nejprve byl projekt definován (cíle, atd.), dále byl změřen a popsán současný stav procesu (např. pomocí časových snímků operátorů, analýzy MSA a dalších), ve třetí a čtvrté fázi byly analyzovány problémy současného systému vyhodnocování kvality procesu broušení a vytvořené návrhy na řešení. Součástí poslední páté fáze je navržení zajištění nezávislosti operátorek kontroly kvality a jejich kontrola ze strany OŘJ a vedení závodu.

Nově navrhovaný systém zajišťuje rychlou zpětnou vazbu o kvalitě na brusírnou, jež se díky přesunu pracoviště KZ na umývárnu a kontrole kvality HV každého mycího koše zkrátí ze současných 16-32 hodin na 6 hodin. Dále na základě kontroly HV v každém mycím koši nebude docházet ke kontaminaci kvalitní výroby nekvalitními výrobky, jež budou odcházet na další operace odděleně, čímž se sníží náklady určené v současné době na zpracování nekvalitních výrobků. Počet operátorek na novém pracovišti bude sice nutné navýšit ze stávajících 6 na 8 vzhledem k tomu, že je nutné provádět kontrolu HV v každém mycím koši, avšak bude-li na novém pracovišti více operátorek, zvýší se tak i vypovídatelnost nabíraného vzorku (MSA).

V tabulce 7 jsou uvedeny finanční náklady na externí nákupy, které jsou spojené s přesunem pracoviště KZ, jež činí 252.000 Kč. Přínosy z důvodu utajení know-how firmy není možné zveřejnit, ale lze říci, že mnohonásobně převyšují vyčíslené náklady na realizaci.

Náklady na externí nákupy

Tabulka 7 – Náklady na externí nákupy [vlastní]

Regál s válečkovými policemi	9ks	180.000 Kč
Pásový dopravník	2ks	60.000 Kč
Dotykový LCD monitor	2ks	12.000 Kč
Celkem	252.000 Kč	

Tabulka 8 – Stručná charakteristika řešeného projektu [vlastní]

Stručná charakteristika řešeného projektu		
1.	Majitel projektu:	Preciosa, a.s.
	Sponzor projektu:	Ing. Ervín Mikota (výrobní ředitel, Preciosa, a.s.)
	Řešitel projektu:	Bc. Hana Šmahelová
2.	Cíle projektu	
	4. Provedení analýzy stávajícího systému vyhodnocení kvality výstupů výrobního procesu broušení (KZ). 5. Sestavení nového návrhu systému kvality, který bude zajišťovat: c) jednotný a transparentní systém vyhodnocování výstupní kvality. d) rychlou zpětnou vazbu o kvalitě. 6. Praktická realizace nově navrženého systému.	
3.	Současný stav procesu KZ	Předpokládaný cíl procesu KZ
	Kontrolovaný vzorek HV brusírny: 100 ks SBK ke každé VVS	Kontrolovaný vzorek HV brusírny: náběr z každého mycího koše
	Počet operátorek : 6	Počet operátorek : 8
	Pracovní doba: Po – Pá, 6:00 – 14:00	Pracovní doba: nepřetržitě (stejná jako na brusírně)
	MSA⁷: Reprodukovatelnost: 60% Opakovatelnost: 70% Vypovídatelnost: 30-40%	MSA⁸: Reprodukovatelnost: 90% Opakovatelnost: 90% Vypovídatelnost: 80-90%
	Délka zpětné vazby na brusírnu: 16 – 32 hod	Délka zpětné vazby na brusírnu: max 6 hod
4.	Očekávané přínosy	
	1. Zamezení toku nekvalitní výroby na další operace 2. Sestavení vyhovujícího layoutu pracoviště 3. Zrychlení zpětné vazby o kvalitě na brusírnu	
5.	Rizika řešení projektu	
	1. Ztráta dat s historií, jež v současné době KZ poskytuje (a s tím spojený dopad do nákladové ceny výrobků). 2. Nepodaří se dosáhnout stanovených cílů, např. z důvodů vysokých nákladů na řešení. 3. Možnost pochybení kontroly kvality, což bude mít negativní ZV na odměňování strojníků brusírny.	

Jelikož kvalitní realizace projektu je úzce spojená i se změnou odměňování na provozu brusírny, po domluvě se zadavatelem byl ve firmě Preciosa, a.s. vytvořen

⁷ Uvedená data jsou z důvodu utajení záměrně zkrácena.

⁸ Uvedená data jsou z důvodu utajení záměrně zkrácena.

pracovní tým, jež má za úkol právě praktickou realizaci projektu spojenou se změnou odměňování na provozech brusírna. Pracovní tým v současné době aktivně pracuje na realizaci. Účastníkem týmu je i řešitel projektu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Odborná literatura, monografie, české zdroje

- [1] Brassard, M.: Six Sigma Memory Jogger(TM) II. První vydání. Praha: Česká společnost pro jakost, 2005. ISBN 80-02-01789-7
- [2] George, M.; Rowlands, D.; Kastle, B.: Co je Lean Six Sigma?. První vydání. Brno: SC&C Partner, spol.s r.o., 2005. ISBN 80-239-5172-6
- [3] George, M.; Rowlands, D.; Price, M.; Maxey, J.: Kapesní příručka Lean Six Sigma. První vydání. Brno: SC&C Partner, spol.s r.o., 2010. ISBN 978-80-904099-2-7
- [4] Mašín, I.; Vytlačil, M.: Nové cesty k vyšší produktivitě. První vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1998. ISBN 80-902235-6-7
- [5] Mašín, I.; Vytlačil, M.: Týmová společnost. První vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-2-4

Odborná literatura, monografie, zahraniční zdroje

- [6] Brassard, M.; Ritter, D.: The Memory Jogger II. First Edition. Salem (USA): GOAL/QPC, 1994. ISBN 1-879364-44-1
- [7] Helander, M.: A guide to human factors and ergonomice. Second Edition.: CRC Press/ Taylor and Francis, 2006. ISBN 0-203-68775-2
- [8] Soin, S.: Total quality control essentials. New York: McGraw-Hill, 1992. ISBN 10 0070595488

Interní odborné publikace – Preciosa, a. s.

- [9] Preciosa, a.s.: Lean Manufacturing, školící materiály společnosti Preciosa, a.s., 2009.

Odborné články – seriálové publikace

- [10] Novotný, R.: Six Sigma (Koncepce a metodologie). Moderní řízení. 2002, č. 7, s. 27-30. Praha: Economia Economia

Elektronické zdroje

- [11] Ergonomie: Ergonomie pracovního místa. (online)[cit.2011-03-25] Dostupné na: <http://ergonomie.name/>
- [12] Heureka, dotykové LCD monitory. (online)[cit.2011-02 -15] Dostupné na: <http://dotykové-lcd-monitory.heureka.cz>
- [13] Erkom. Kancelářský nábytek a kancelářské židle. (online)[cit.2011-03 -22] Dostupné na: <http://www.kancelarsky-nabytek-praha.cz/ergonomie.htm>
- [14] MECALUX logismarket. Dopravníky pro průmyslové aplikace. (online) [cit.2011-04 -05] Dostupné na: <http://www.logismarket.cz/logsys/dopravniky-pro-prumyslove-aplikace/1395276951-947644224-p.html>
- [15] Minitab. (online) [cit.2011-04 -05] Dostupné na: <http://www.minitab.com>
- [16] Preciosa. (online) [cit.2011-03 -16] Dostupné na: <http://www.preciosa.com>
- [17] Express. Totální řízení kvality.. (online) [cit.2011-04 -01] Dostupné na: http://platforma.usv-partner.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=4
- [18] Podnikatelská fakulta VUT - podfuck net. Statistická regulace procesu (online) [cit.2011-04 -21] Dostupné na: http://www.podfuck.net/dokumenty/stazeni_souboru/1296/RASP_statisticka_regulace_procesu_pdf
- [19] VŠCHT - ESO (Elektronické studijní podpory). Statistické regulační diagramy [cit.2011-04 -21] Dostupné na: eso.vscht.cz/cache_data/1385/www.vscht.cz/ufmt/cs/pomucky/machacj/docs/MEET-P7.ppt
- [20] Profi Regal s.r.o. Zakázková výroba [cit.2011-04 -21] Dostupné na: http://www.profi-regal.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=142&Itemid=150&lang=cs

- [21] Eklog.cz (informační logistický portál). Analýza ABC a její využití v praxi.
(online) [cit.2011-04 -11] Dostupné na:
<http://www.eulog.cz/?m=z01&id=1620&lang=0>

SEZNAM OBRÁZKŮ , TABULEK A GRAFŮ

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Sídlo firmy v Jablonci nad Nisou	12
Obrázek 2 – Pantone trendy Spring/Summer 2011	14
Obrázek 3 – Nanyuan Hotel, Ningbo, China – světelná spirála	14
Obrázek 4 – Foukané figurky plněné broušenými kameny z kolekce Wild Nature	15
Obrázek 5 – Trendy jaro/léto 2011 – Hedvábný dotek.....	15
Obrázek 6 – Cíle Six Sigma	19
Obrázek 7 – DMAIC	20
Obrázek 8 – Metodika DMADV	22
Obrázek 9 – Diagram SIPOC	23
Obrázek 10 – 5S	24
Obrázek 11 – Pracoviště před zavedením 5S – původní stav	25
Obrázek 12 – Pracoviště po zavedení 5S	26
Obrázek 13 – Aplikace metody podlahového (vizuálního) managementu	27
Obrázek 14 – Příklad VSM – Mapy toku hodnoty	28
Obrázek 16 – Systém tlaku	30
Obrázek 17 – Systém tahu	31
Obrázek 18 – Příklad části formuláře na záznam časového snímku pracovníka	32
Obrázek 19 – Ergonomie pracoviště	33
Obrázek 20 – Příklad správného a špatného sezení u práce na PC	34
Obrázek 21 – Příklad formuláře TQM	35
Obrázek 22 – Příklad ABC analýzy	37
Obrázek 24 – Příklady regulačních diagramů	40
Obrázek 26 – MSA – Analýza stability	42
Obrázek 27 – Technologický sled operací	45
Obrázek 28 – Odběr vzorků pro KZ	47
Obrázek 29 – SWOT analýza	50
Obrázek 30 – Umývárna – současný stav	51
Obrázek 31 – Lorna s hotovou výrobou ze stroje XY	52
Obrázek 32 – Umývárna – pracoviště zjišťování HČ	52
Obrázek 33 – Umývárna – regál s lornami s hotovou výrobou	53

Obrázek 34 – Umývárna – pracoviště tuctování a sumarizace	54
Obrázek 36 – Umývárna – pracovní stůl obsluhy mycí linky	59
Obrázek 37 – Umývárna – vozík s prázdnými mycími koši	60
Obrázek 38 – Layout pracoviště umývárna – současný stav	64
Obrázek 40 – Náběr vzorku HV z mycího koše na třídírenskou plotnu	67
Obrázek 41 – Posouzení kvality hotové výroby v mycím koši	68
Obrázek 42 – Náběr vzorku SBK z mycího koše na třídírenskou plotnu	69
Obrázek 43 – Stereolupa Mantis	70

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Stručná charakteristika řešeného projektu	44
Tabulka 2 – Hodnocené vady SBK	48
Tabulka 3 – ABC analýza vad SBK a jejich dopad na proces třídění	58
Tabulka 4 – Určení počtu potřebných operátorek pro nově navrhovaný systém	63
Tabulka 5 – Příklad rozdílné směnnosti pracovníka brusírny a kontroly kvality	71
Tabulka 6 – Nastavení rotace operátorek	71
Tabulka 7 – Náklady na externí nákupy	72
Tabulka 8 – Stručná charakteristika řešeného projektu	73

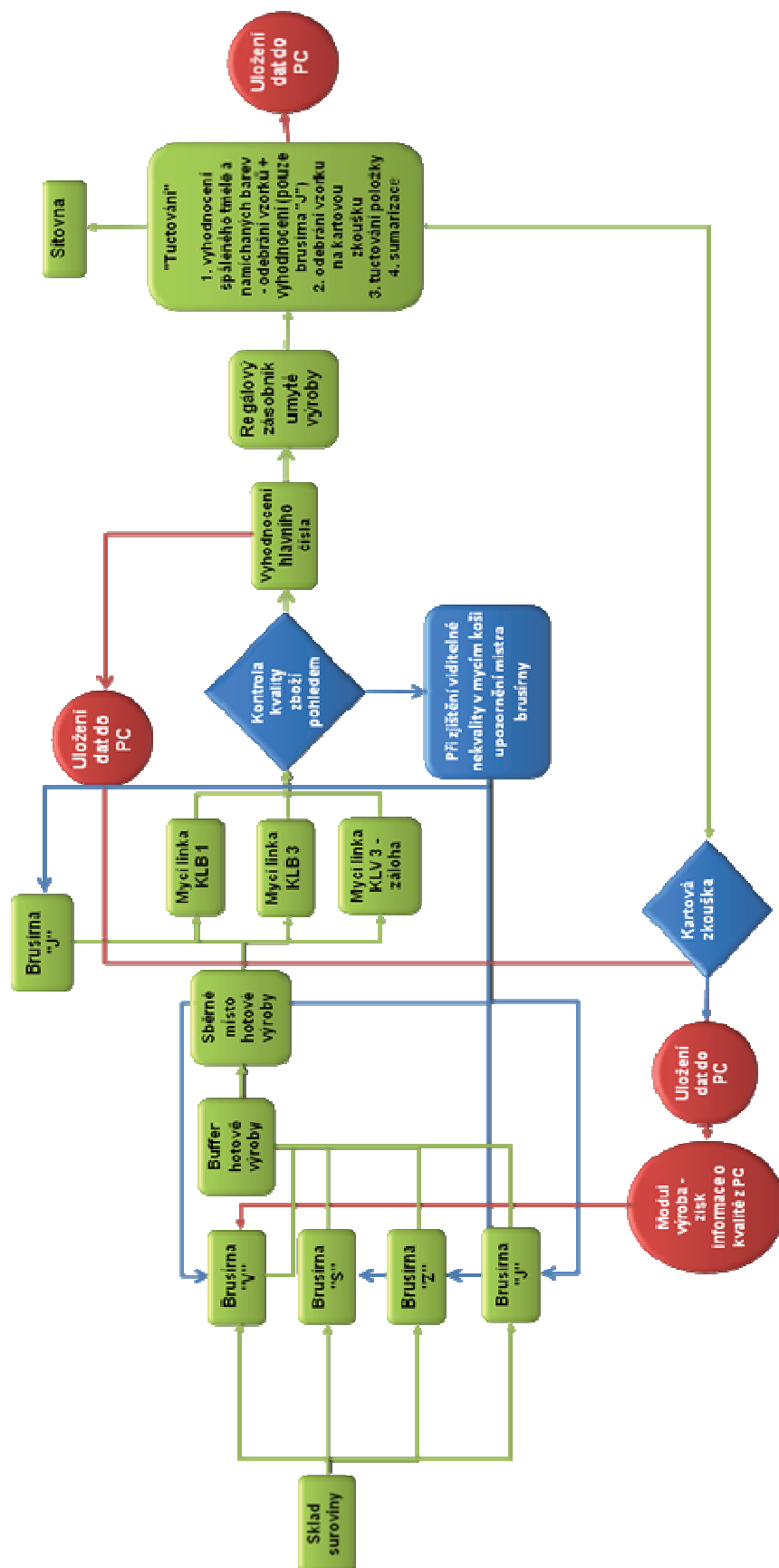
SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 – Příklady Value Added/Non value Added analysis	29
Graf 3 – Paretův diagram defektů výrobku – příklad	36
Graf 4 – Grafická podoba ABC analýzy - příklad	37
Graf 5 – Graf rozdělení počtu operátorek na pracovišti KZ během týdne	46
Graf 6 – Vyjádření počtu výskytů procentuálních výsledků KZ SBK ss 4 – 4,5	49
Graf 7 – Vyjádření počtu výskytů procentuálních výsledků KZ SBK ss 6 – 6,5	49
Graf 8 – Časový snímek FPD operátorky KZ (8 hod)	55
Graf 9 – Časový snímek FPD pracovnice tuctování (12 hod)	56
Graf 10 – Časový snímek FPD operátorky – obsluha mycí linky (12 hod).....	56
Graf 11 – Časový snímek FPD operátora – seřizovač (12 hod)	57
Graf 12 – ABC analýza vad SBK a jejich dopad na proces třídění	58

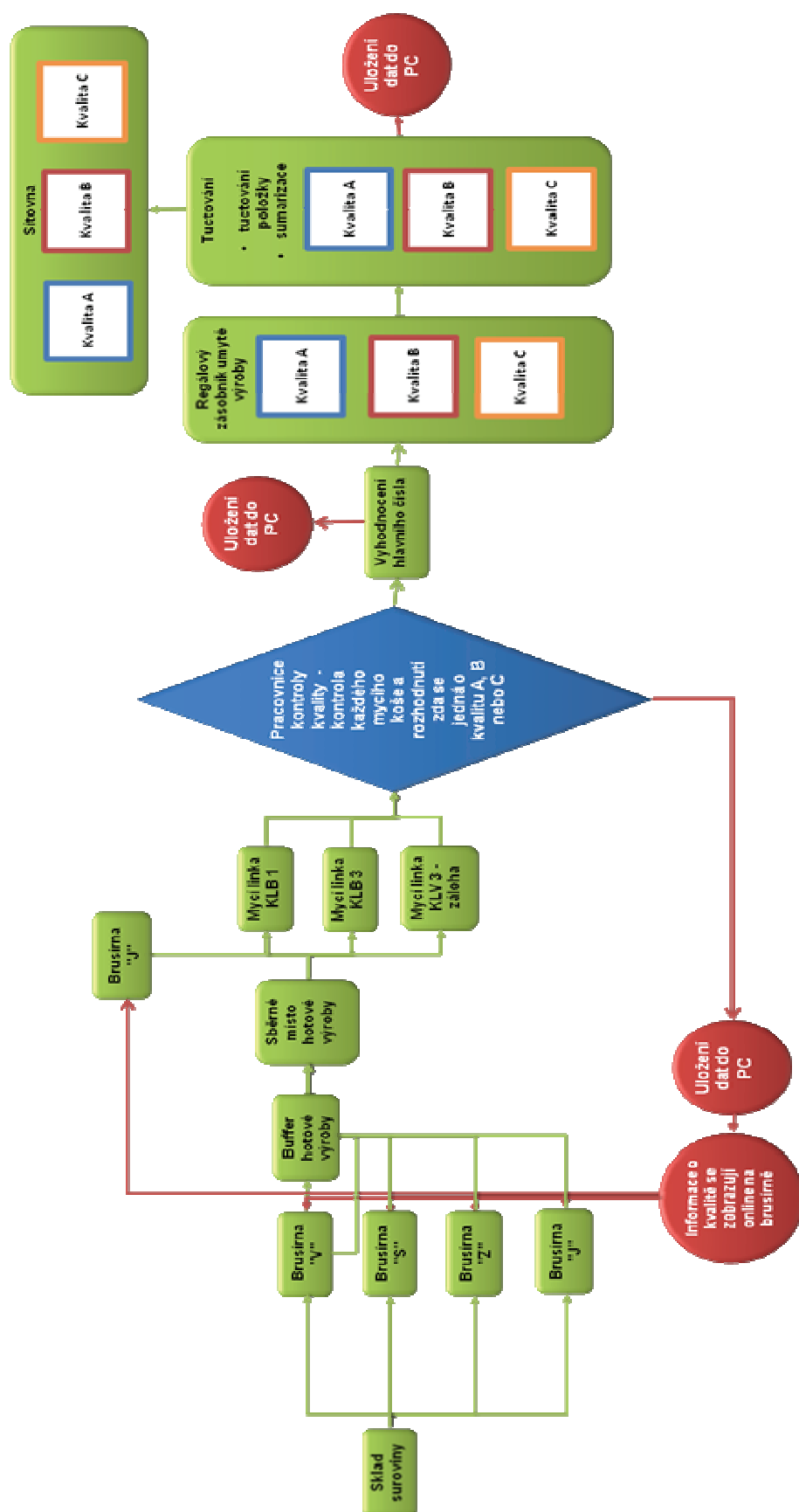
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Procesní mapa – současný stav	I
Příloha B – Procesní mapa – návrh.....	II
Příloha C– Layout pracoviště umývárna – současný stav	III
Příloha D – Layout pracoviště umývárna – návrh	IV
Příloha E – VSM mapa ZV na brusírnu – současný stav.....	V
Příloha F – VSM mapa ZV na brusírnu - návrh	VI
Příloha G – Časový snímek FPD operátorky KZ	VII

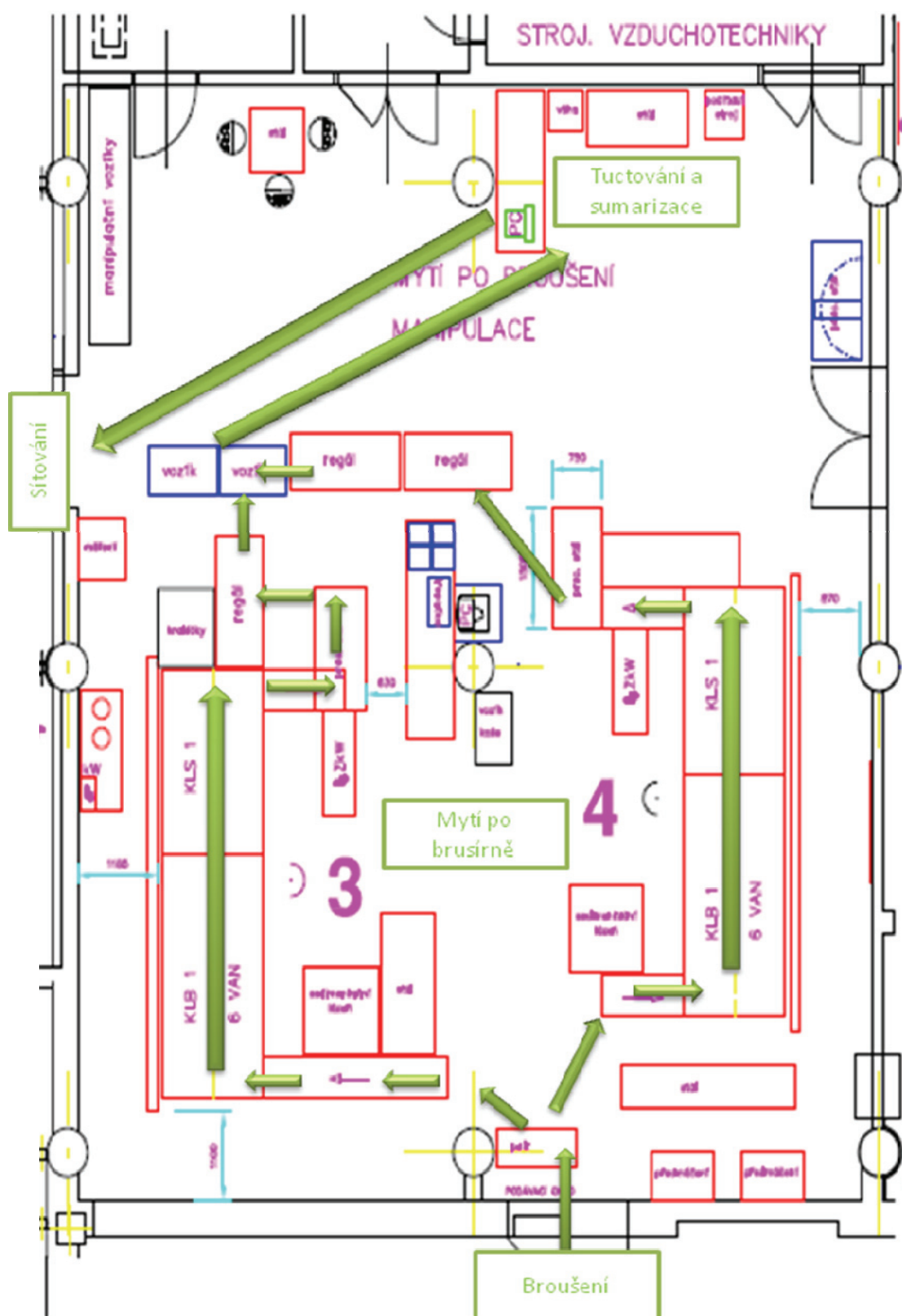
Příloha A – Procesní mapa – současný stav [vlastní]



Příloha B - Procesní mapa – návrh [vlastní]

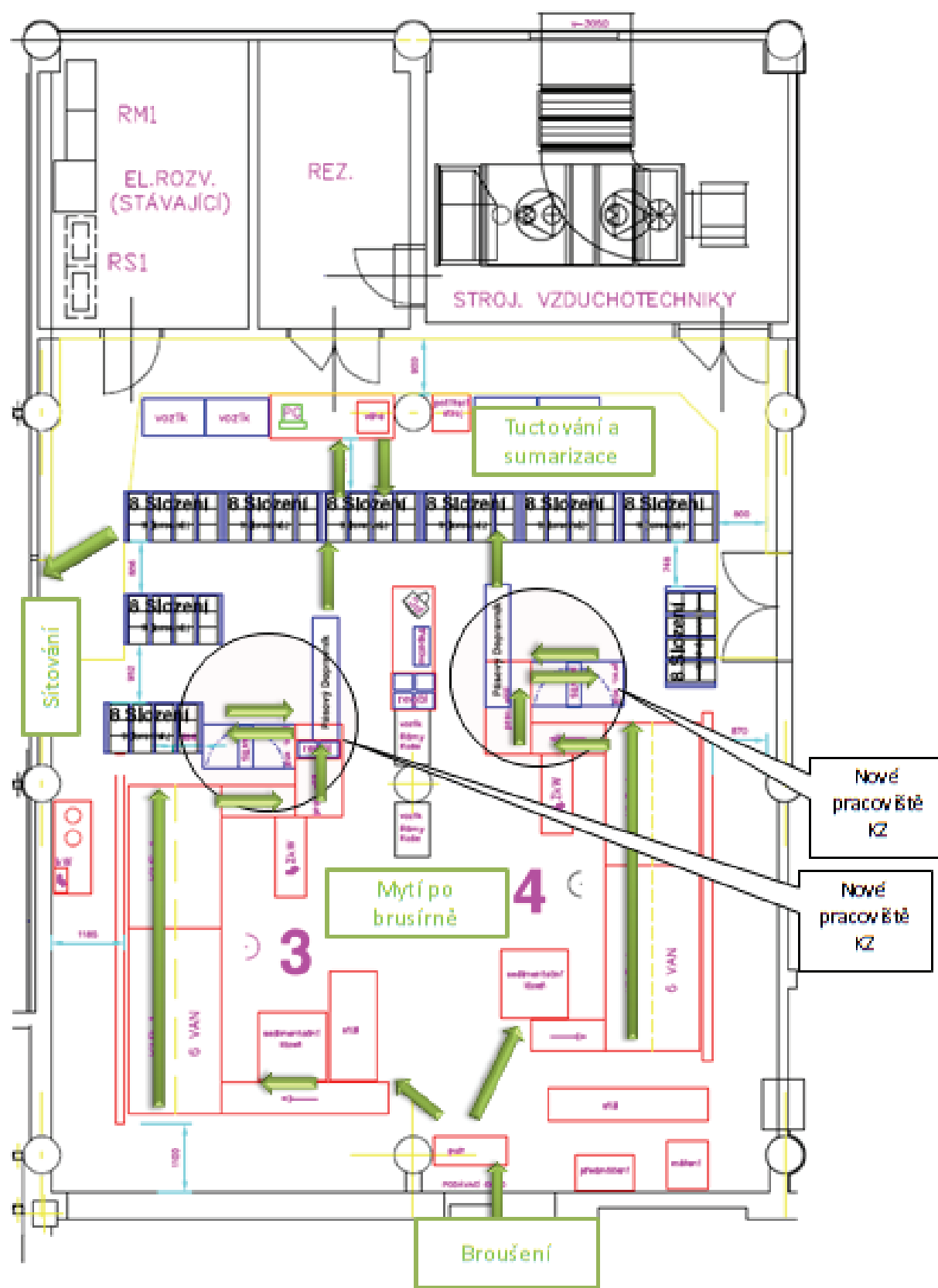


Příloha C– Layout pracoviště umývárna – současný stav [vlastní]⁹



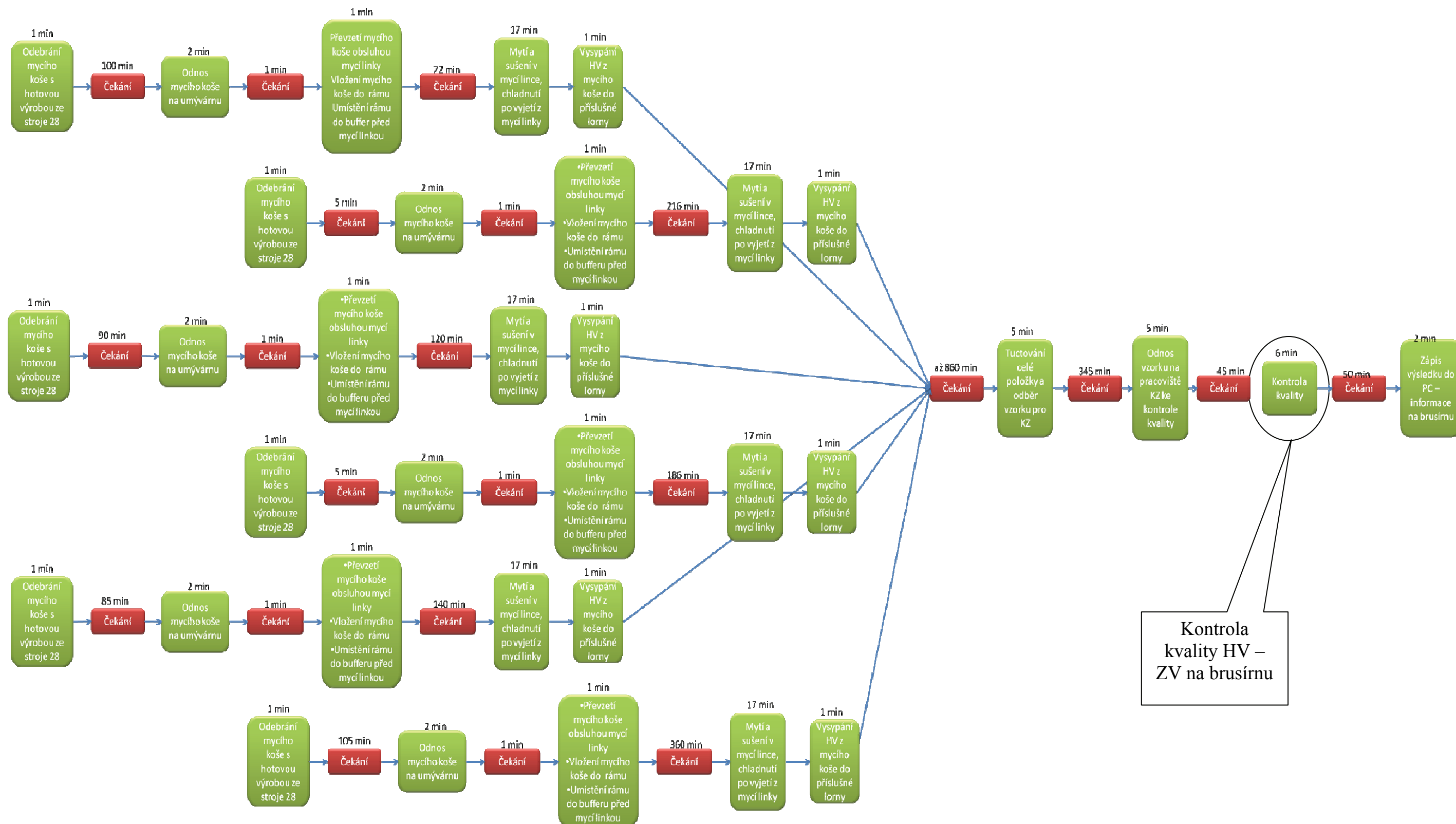
9 Tok zboží

Příloha D – Layout pracoviště umývárna – návrh [vlastní]¹⁰

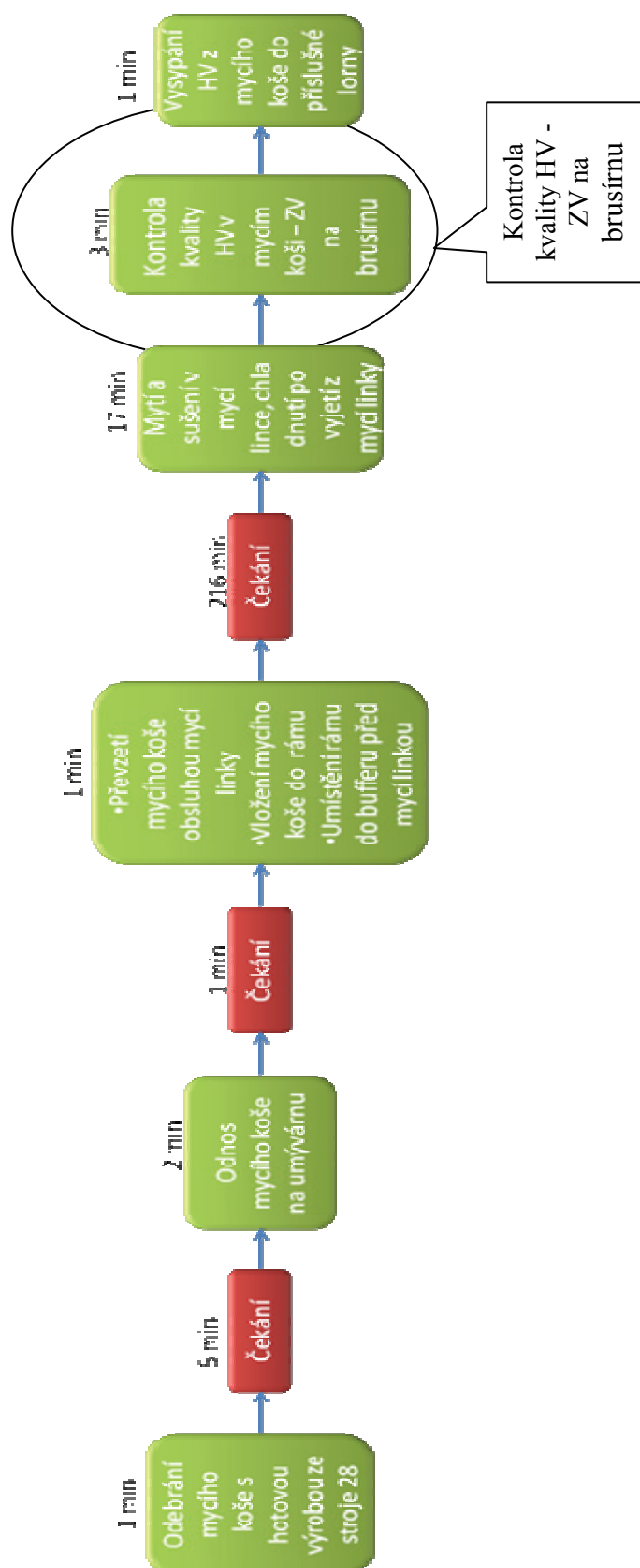


10 Tok zboží

Příloha E – VSM mapa ZV na brusírnu (od odebrání mycího koše s HV ze stroje až po zadání výsledků KZ do PC) – současný stav [vlastní]



**Příloha F– VSM mapa ZV na brusírnu – návrh - kontrola každého mycího koše
(zrychlení ZV na brusírnu) [vlastní]**



Příloha G – Časový snímek FPD operátorky KZ [vlastní]

číslo vzorku	sortiment	velikost	název operace	čas začátku	čas konce	délka operace	čas na 1 vzorek
1.	MCS	ss 2,5	nabrání vzorku	6:00	6:01	0:01	0:07
1.	MCS	ss 2,5	kontrola pohledem (lupou)	6:01	6:03	0:02	
1.	MCS	ss 2,5	kontrola mantis	6:03	6:06	0:03	
1.	MCS	ss 2,5	počítání + zápis do karty	6:06	6:07	0:01	
2.	MCS	ss 3,5	nabrání vzorku	6:07	6:08	0:01	0:05
2.	MCS	ss 3,5	kontrola pohledem (lupou)	6:08	6:10	0:02	
2.	MCS	ss 3,5	kontrola mantis	6:10	6:11	0:01	
2.	MCS	ss 3,5	počítání + zápis do karty	6:11	6:12	0:01	
3.	MCS	ss 4,5	nabrání vzorku	6:12	6:13	0:01	0:07
3.	MCS	ss 4,5	kontrola pohledem (lupou)	6:13	6:16	0:03	
3.	MCS	ss 4,5	kontrola mantis	6:16	6:18	0:02	
3.	MCS	ss 4,5	počítání + zápis do karty	6:18	6:19	0:01	
4.	MCS	ss 4	nabrání vzorku	6:19	6:20	0:01	0:09
4.	MCS	ss 4	kontrola pohledem (lupou)	6:20	6:26	0:06	
4.	MCS	ss 4	kontrola mantis	6:26	6:27	0:01	
4.	MCS	ss 4	počítání + zápis do karty	6:27	6:28	0:01	
příprava vzorků, výměna karet				6:28	6:29	0:01	
5.	MCR	ss 4	nabrání vzorku	6:29	6:30	0:01	0:19
5.	MCR	ss 4	kontrola pohledem (lupou)	6:30	6:42	0:12	
5.	MCR	ss 4	kontrola mantis	6:42	6:43	0:01	
5.	MCR	ss 4	kontrola výšky kamene	6:43	6:46	0:03	
5.	MCR	ss 4	počítání + zápis do karty	6:46	6:48	0:02	0:21
6.	MCR	ss 10	nabrání vzorku	6:48	6:49	0:01	
6.	MCR	ss 10	kontrola pohledem (lupou)	6:49	6:59	0:10	
6.	MCR	ss 10	kontrola mantis	6:59	7:00	0:01	
hledání karty				7:00	7:01	0:01	
zápis do PC				7:01	7:03	0:02	
úklid vyplněných karet				7:03	7:04	0:01	
6.	MCR	ss 10	kontrola výšky kamene (vadné kameny)	7:04	7:12	0:08	0:21
6.	MCR	ss 10	počítání + zápis do karty	7:12	7:13	0:01	
7.	MCR	ss 10	nabrání vzorku	7:13	7:14	0:01	0:12
7.	MCR	ss 10	kontrola pohledem (lupou)	7:14	7:21	0:07	
7.	MCR	ss 10	kontrola mantis	7:21	7:22	0:01	
7.	MCR	ss 10	kontrola výšky kamene	7:22	7:24	0:02	
7.	MCR	ss 10	počítání + zápis do karty	7:24	7:25	0:01	
8.	MCR	ss 10	nabrání vzorku	7:25	7:26	0:01	0:14
8.	MCR	ss 10	kontrola pohledem (lupou)	7:26	7:33	0:07	
8.	MCR	ss 10	kontrola mantis	7:33	7:35	0:02	
kouření				7:35	7:42	0:07	
8.	MCR	ss 10	kontrola výšky kamene	7:42	7:45	0:03	0:14
8.	MCR	ss 10	počítání + zápis do karty	7:45	7:46	0:01	
9.	MCS	ss 4	nabrání vzorku	7:46	7:47	0:01	0:10
9.	MCS	ss 4	kontrola pohledem (lupou)	7:47	7:53	0:06	
9.	MCS	ss 4	kontrola mantis	7:53	7:54	0:01	

číslo vzorku	sortiment	velikost	název operace	čas začátku	čas konce	délka operace	čas na 1 vzorek
9.	MCS	ss 4	počítání + zápis do karty	7:54	7:55	0:01	0:07
9.	MCS	ss 4	zápis do PC (KZ - 60%)	7:55	7:56	0:01	
10.	MCS	ss 16	nabrání vzorku	7:56	7:57	0:01	
10.	MCS	ss 16	kontrola pohledem (lupou)	7:57	8:01	0:04	
10.	MCS	ss 16	kontrola mantis	8:01	8:02	0:01	
10.	MCS	ss 16	počítání + zápis do karty	8:02	8:03	0:01	0:07
11.	MCS	ss 10	nabrání vzorku	8:03	8:04	0:01	
11.	MCS	ss 10	kontrola pohledem (lupou)	8:04	8:07	0:03	
11.	MCS	ss 10	kontrola mantis	8:07	8:08	0:01	
11.	MCS	ss 10	počítání + zápis do karty	8:08	8:10	0:02	
12.	MCS	ss 10	nabrání vzorku	8:10	8:11	0:01	0:06
12.	MCS	ss 10	kontrola pohledem (lupou)	8:11	8:13	0:02	
12.	MCS	ss 10	kontrola mantis	8:13	8:15	0:02	
12.	MCS	ss 10	počítání + zápis do karty	8:15	8:16	0:01	
13.	MCS	ss 8	nabrání vzorku	8:16	8:17	0:01	0:08
13.	MCS	ss 8	kontrola pohledem (lupou)	8:17	8:21	0:04	
13.	MCS	ss 8	kontrola mantis	8:21	8:22	0:01	
13.	MCS	ss 8	počítání + zápis do karty	8:22	8:23	0:01	
13.	MCS	ss 8	zápis do PC (KZ - 83%)	8:23	8:24	0:01	
14.	MCS	ss 8,5	nabrání vzorku	8:24	8:25	0:01	0:09
14.	MCS	ss 8,5	kontrola pohledem (lupou)	8:25	8:30	0:05	
14.	MCS	ss 8,5	kontrola mantis	8:30	8:32	0:02	
14.	MCS	ss 8,5	počítání + zápis do karty	8:32	8:33	0:01	
15.	MCS	ss 8,5	nabrání vzorku	8:33	8:34	0:01	0:09
15.	MCS	ss 8,5	kontrola pohledem (lupou)	8:34	8:38	0:04	
15.	MCS	ss 8,5	kontrola mantis	8:38	8:41	0:03	
15.	MCS	ss 8,5	počítání + zápis do karty	8:41	8:42	0:01	
16.	MCS	ss 8	nabrání vzorku	8:42	8:43	0:01	0:13
16.	MCS	ss 8	kontrola pohledem (lupou)	8:43	8:49	0:06	
16.	MCS	ss 8	kontrola mantis	8:49	8:52	0:03	
16.	MCS	ss 8	počítání + zápis do karty	8:52	8:53	0:01	
16.	MCS	ss 8	zápis do PC (KZ - 72%)	8:53	8:55	0:02	
17.	MCS	ss 29	nabrání vzorku	8:55	8:57	0:02	0:11
17.	MCS	ss 29	kontrola pohledem (lupou)	8:57	9:04	0:07	
17.	MCS	ss 29	kontrola mantis	9:04	9:05	0:01	
17.	MCS	ss 29	počítání + zápis do karty	9:05	9:06	0:01	
18.	MCS	ss 27	nabrání vzorku	9:06	9:08	0:02	0:11
18.	MCS	ss 27	kontrola pohledem (lupou)	9:08	9:12	0:04	
18.	MCS	ss 27	kontrola mantis	9:12	9:16	0:04	
18.	MCS	ss 27	počítání + zápis do karty	9:16	9:17	0:01	
19.	MCS	ss 8	nabrání vzorku	9:17	9:18	0:01	0:11
19.	MCS	ss 8	kontrola pohledem (lupou)	9:18	9:24	0:06	
19.	MCS	ss 8	kontrola mantis	9:24	9:26	0:02	
19.	MCS	ss 8	počítání + zápis do karty (KZ - 81%)	9:26	9:28	0:02	
20.	MCS	ss 8	nabrání vzorku	9:28	9:29	0:01	0:11
20.	MCS	ss 8	kontrola pohledem (lupou)	9:29	9:36	0:07	
20.	MCS	ss 8	kontrola mantis	9:36	9:38	0:02	
20.	MCS	ss 8	počítání + zápis do karty	9:38	9:39	0:01	

číslo vzorku	sortiment	velikost	název operace	čas začátku	čas konce	délka operace	čas na 1 vzorek
			zápis do PC	9:39	9:43	0:04	
			čekání na ranní směnu	9:43	10:15	0:32	
21.	MCS	ss 6,5	nabrání vzorku	10:15	10:16	0:01	0:11
21.	MCS	ss 6,5	kontrola pohledem (lupou)	10:16	10:22	0:06	
21.	MCS	ss 6,5	kontrola mantis	10:22	10:24	0:02	
21.	MCS	ss 6,5	počítání + zápis do karty	10:24	10:25	0:01	
21.	MCS	ss 6,5	zápis do PC (KZ - 77%)	10:25	10:26	0:01	
22.	MCS	ss 6	nabrání vzorku	10:26	10:27	0:01	0:15
22.	MCS	ss 6	kontrola pohledem (lupou)	10:27	10:36	0:09	
22.	MCS	ss 6	kontrola mantis	10:36	10:38	0:02	
22.	MCS	ss 6	počítání + zápis do karty	10:38	10:39	0:01	
22.	MCS	ss 6	zápis do PC (KZ - 59%)	10:39	10:41	0:02	
23.	MCS	ss 10	nabrání vzorku	10:41	10:42	0:01	0:10
23.	MCS	ss 10	kontrola pohledem (lupou)	10:42	10:48	0:06	
23.	MCS	ss 10	kontrola mantis	10:48	10:50	0:02	
23.	MCS	ss 10	počítání + zápis do karty	10:50	10:51	0:01	
24.	MCS	ss 10	nabrání vzorku	10:51	10:52	0:01	0:09
24.	MCS	ss 10	kontrola pohledem (lupou)	10:52	10:57	0:05	
24.	MCS	ss 10	kontrola mantis	10:57	10:59	0:02	
24.	MCS	ss 10	počítání + zápis do karty (KZ - 84%)	10:59	11:00	0:01	
			oběd	11:00	11:30	0:30	
25.	MCS	ss 13	nabrání vzorku	11:30	11:31	0:01	0:10
25.	MCS	ss 13	kontrola pohledem (lupou)	11:31	11:37	0:06	
25.	MCS	ss 13	kontrola mantis	11:37	11:38	0:01	
25.	MCS	ss 13	počítání + zápis do karty (KZ - 81%)	11:38	11:40	0:02	
26.	MCS	ss 13	nabrání vzorku	11:40	11:41	0:01	0:12
26.	MCS	ss 13	kontrola pohledem (lupou)	11:41	11:46	0:05	
26.	MCS	ss 13	kontrola mantis	11:46	11:49	0:03	
26.	MCS	ss 13	počítání + zápis do karty	11:49	11:50	0:01	
26.	MCS	ss 13	zápis do PC (KZ - 75%)	11:50	11:52	0:02	
27.	MCS	ss 8,5	nabrání vzorku	11:52	11:53	0:01	0:10
27.	MCS	ss 8,5	kontrola pohledem (lupou)	11:53	11:58	0:05	
27.	MCS	ss 8,5	kontrola mantis	11:58	12:00	0:02	
27.	MCS	ss 8,5	počítání + zápis do karty (KZ 78%)	12:00	12:02	0:02	
28.	MCS	ss 3,5	nabrání vzorku	12:02	12:03	0:01	0:12
28.	MCS	ss 3,5	kontrola pohledem (lupou)	12:03	12:12	0:09	
28.	MCS	ss 3,5	kontrola mantis	12:12	12:13	0:01	
28.	MCS	ss 3,5	počítání + zápis do karty (KZ - 81%)	12:13	12:14	0:01	
29.	MCS	ss 4,5	nabrání vzorku	12:14	12:15	0:01	0:09
29.	MCS	ss 4,5	kontrola lupou	12:15	12:21	0:06	
29.	MCS	ss 4,5	kontrola mantis	12:21	12:22	0:01	
29.	MCS	ss 4,5	počítání + zápis do karty (KZ - 79%)	12:22	12:23	0:01	
30.	MCS	ss 4,5	nabrání vzorku	12:23	12:24	0:01	0:10
30.	MCS	ss 4,5	kontrola pohledem (lupou)	12:24	12:31	0:07	
30.	MCS	ss 4,5	kontrola mantis	12:31	12:32	0:01	
30.	MCS	ss 4,5	počítání + zápis do karty	12:32	12:33	0:01	
31.	MCS	ss 4	nabrání vzorku	12:33	12:34	0:01	0:08
31.	MCS	ss 4	kontrola pohledem (lupou)	12:34	12:39	0:05	

číslo vzorku	sortiment	velikost	název operace	čas začátku	čas konce	délka operace	čas na 1 vzorek
31.	MCS	ss 4	kontrola mantis	12:39	12:40	0:01	0:08
31.	MCS	ss 4	počítání + zápis do karty	12:40	12:41	0:01	
32.	MCS	ss 6	nabrání vzorku	12:41	12:42	0:01	
32.	MCS	ss 6	kontrola pohledem (lupou)	12:42	12:46	0:04	
32.	MCS	ss 6	kontrola mantis	12:46	12:48	0:02	
32.	MCS	ss 6	počítání + zápis do karty (KZ - 81%)	12:48	12:49	0:01	0:13
33.	MCR	ss 10	nabrání vzorku	12:49	12:52	0:03	
33.	MCR	ss 10	kontrola pohledem (lupou)	12:52	12:59	0:07	
33.	MCR	ss 10	kontrola mantis	12:59	13:00	0:01	
33.	MCR	ss 10	počítání + zápis do karty	13:00	13:01	0:01	
34.	MCR	ss 8	nabrání vzorku	13:01	13:02	0:01	0:12
34.	MCR	ss 8	kontrola pohledem (lupou)	13:02	13:07	0:05	
34.	MCR	ss 8	kontrola mantis	13:07	13:08	0:01	
34.	MCR	ss 8	kontrola výšky kamene	13:08	13:12	0:04	
34.	MCR	ss 8	počítání + zápis do karty	13:12	13:13	0:01	
35.	MCR	ss 8	nabrání vzorku	13:13	13:14	0:01	0:07
35.	MCR	ss 8	kontrola pohledem (lupou)	13:14	13:16	0:02	
35.	MCR	ss 8	kontrola mantis	13:16	13:17	0:01	
35.	MCR	ss 8	kontrola výšky kamene	13:17	13:19	0:02	
35.	MCR	ss 8	počítání + zápis do karty	13:19	13:20	0:01	
36.	MCR	ss 16	nabrání vzorku	13:20	13:21	0:01	0:08
36.	MCR	ss 16	kontrola pohledem (lupou)	13:21	13:24	0:03	
36.	MCR	ss 16	kontrola mantis	13:24	13:25	0:01	
36.	MCR	ss 16	kontrola výšky kamene	13:25	13:27	0:02	
36.	MCR	ss 16	počítání + zápis do karty	13:27	13:28	0:01	
37.	MCR	ss 16	nabrání vzorku	13:28	13:29	0:01	0:09
37.	MCR	ss 16	kontrola pohledem (lupou)	13:29	13:31	0:02	
37.	MCR	ss 16	kontrola mantis	13:31	13:32	0:01	
37.	MCR	ss 16	kontrola výšky kamene	13:32	13:34	0:02	
37.	MCR	ss 16	počítání + zápis do karty	13:34	13:37	0:03	
33.	MCR	ss 10	zápis do karty	13:37	13:38	0:01	0:13
zápis do PC				13:38	13:41	0:03	
čekání na konec pracovní doby				13:41	14:00	0:19	

8:00

Vyhodnocení měření:

Celkem vytížení

náběr vzorku	0:41
kontrola lupou	3:19
kontrola pod stereolupou Mantis	1:00
kontrola výšky kamenů	0:27
počítání + zápis do karty	0:44
zápis do PC	0:18
manipulace	0:03
přestávky zákonné	0:30
Celkem čas/směna	7:02
FPD	8:00
Čas neproduktivní	0:58